

DIN Forsyning A/S

Separatkloakering af Ansager Nord Projektbeskrivelse og scenarier



24. januar 2025

(revision 5)

Udarbejdet til:

DIN Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg

Udarbejdet af:

EnviDan A/S
Lasse Bo Brinch
E-mail: lbb@envidan.dk
Direkte tlf.: 53 76 56 50
Projekt navn: Separatkloakering af Ansager Nord
Projektnr.: 1244624
Kvalitetssikring: Martin Hyllegaard Madsen
og Jan Dalkjær Grønning



Indholdsfortegnelse

1.	Resumé	3
2.	Indledning	4
3.	Stofudledning til recipient	4
4.	Hydraulik i recipient	7
5.	Principper for regnvandshåndtering	9
5.1	Scenariebeskrivelser	11
5.1.1	Scenarie 0 - Ingen indsats	11
5.1.2	Scenarie 1 - Bevarelse af fælleskloak med anlæg af sparebassiner.....	11
5.1.3	Scenarie 2 - Vejseparering med anlæg af sparebassiner (semiseparering)	11
5.1.4	Scenarie 3 - Fuld separering med nedsivning, våde bassiner og forsinkelse.....	11
5.1.5	Scenarie 4 - Fuld separering uden nedsivning, våde bassiner og forsinkelse	12
6.	Vurdering af scenarier og arealbehov	13
7.	Valg af scenarie	17
7.1	Vurdering af nedsivningsevne	17
7.2	Konsekvensanalyse for nedsivning i projektområdet.....	18
7.3	Afværgeforanstaltninger og udløb for valgte scenarie	19
8.	Bilag	21
8.1	Bilag 1 - Overslagsberegning af sparebassinvolumen.....	21
8.2	Bilag 2 - Beslutningstræ og valg af scenarier.....	23
8.3	Bilag 3 - Stofmængdeberegninger for scenarierne	24
8.4	Bilag 4 - Geoteknisk rapport.....	25

1. Resumé

Denne rapport har til formål at redegøre for mulighederne for at gennemføre en kloaksanering af de fælleskloakerede kloakoplande i Ansager nord, herunder hvilke konsekvenser det vil få for arealdisponeringen, vandmiljøet, økonomi, borgere etc. Analyserne i rapporten skal ligge til grund for DIN Forsynings valg af princip/scenarie for separatkloakeringen. Herefter skal der udarbejdes en miljøkonsekvensvurdering af det valgte scenarie.

Analyserne viser, at det vil være muligt at kunne håndtere de regnvandsbetingede udløb på mange måder, som det også fremgår i beslutningstræet på Bilag 2. Dette skyldes især den hydrauliske robusthed, der er i recipienten ifølge Varde Kommune og nedsivningsmulighederne i oplandet.

Som beskrevet i afsnit 4 er det iflg. Varde Kommunes hydrauliske vurdering muligt at udlede stort set uforsinket til Kærbæk. Dog er den kemiske tilstand ukendt, hvorfor især graden af rensning kan bestemmes, hvilket princip/scenarie der skal vælges. Såfremt der skal opnås en stor rensning for overfladevandet, er det nødvendigt ex at etablere større vådvolumener til rensning el. etablere mulighed for nedsivning. Som sidegevinst vil den hydrauliske belastning af Kærbæk ligeledes blive reduceret. For at vurdere den nødvendige rensning for overfladevandet, anbefales det at der tages 2 screeningsprøver for relevante miljøfremmede stoffer henholdsvis opstrøms og nedstrøms overløbene i recipienten Kærbæk, som det fremgår af afsnit 3.

Der er foretaget en vurdering af de beskrevne scenarier for henholdsvis arealbehov, stofudledning, klimasikring, anlægskostninger, driftsomkostninger og ressourceforbrug/klimaaftryk. Vurderingen peger på, at det er hensigtsmæssigt at vælge Scenarie 4, som er en fuld separering uden nedsivning eller forsinkelse, og med en alternativ rensning af tag- og overfladevandet. Dog er der et generelt krav fra Miljøstyrelsen omkring rensning svarende til BAT før udledning til vandmiljøet, hvilket denne løsning ikke lever op til. Derudover vil det give færre negative miljøkonsekvenser at etablere forsinkelse og nedsivning, da det vil reducere stofudledningen til recipienten og den hydrauliske belastning af Kærbæk.

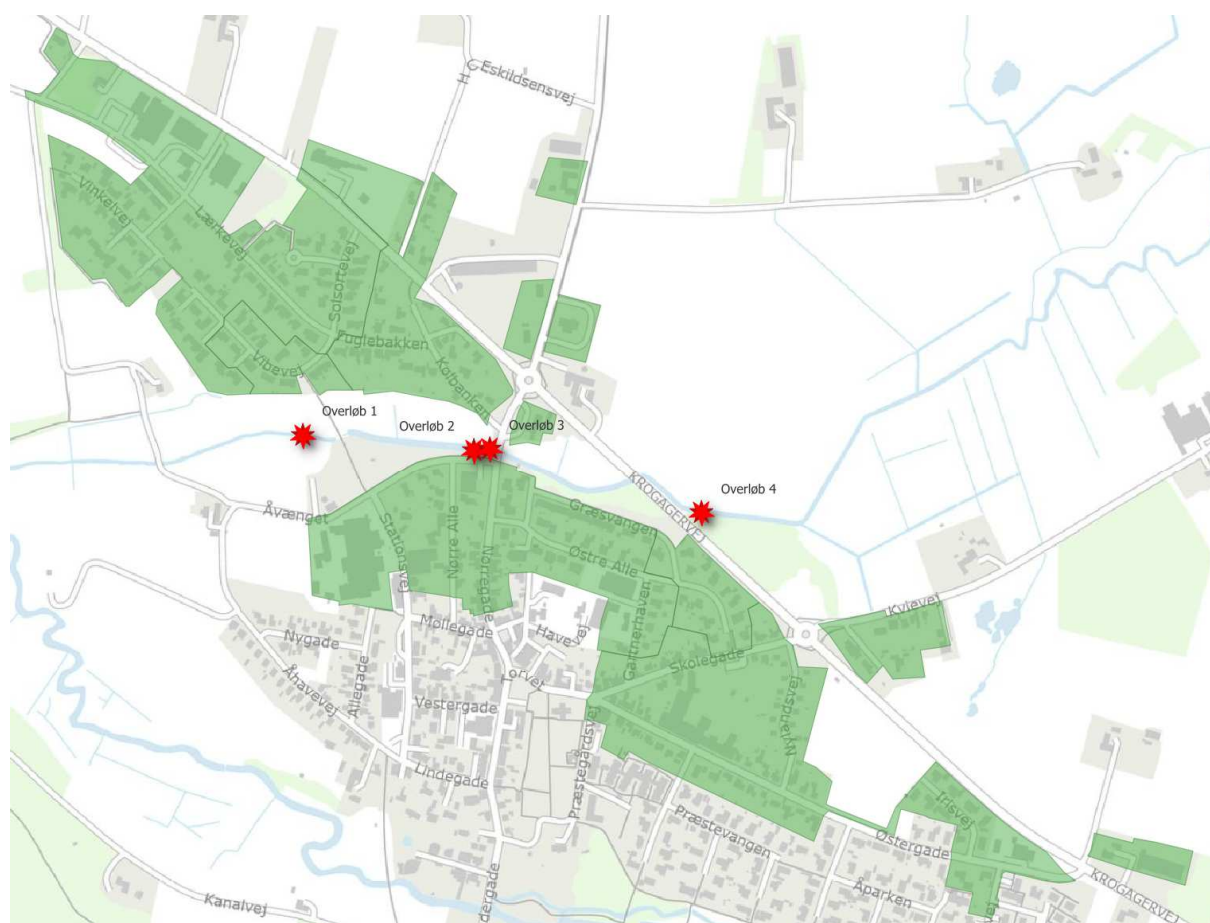
På den baggrund er det derfor vurderet, at Scenarie 3 er den bedste løsning som den principielle løsning for separatkloakeringen af projektområdet i Ansager Nord. Scenarie 3 er en fuld separatkloakering af alt tag- og overfladevand med etablering af nedsivning i den udstrækning jordforhold og arealer tillader det. For de arealer, hvor jordforholdene ikke tillader nedsivning, etableres der våde bassiner til både forsinkelse og rensning før udledning. I nogle delområder vurderes det dog pga. pladsforhold nødvendigt at udlede via en alternativ rensning som SediPipe.

2. Indledning

Ansager er en by i Sydvestjylland med omkring 1.300 indbyggere. Størstedelen af byen er fælleskloakeret, og fælleskloakken er kortlagt til at være fra 1960, 1975 og 1976. Recipienten for den nordlige del af byen, Kærbæk, er belastet af mange overløb fra fælleskloakken. Dette skyldes en kombination af kapaciteten i ledningssystemet og pumpekapaciteten i den pumpestation, der pumper vandet videre mod Skovlund Centralrenseanlæg. Der er ikke anlagt sparebassiner til at tilbageholde overløb.

Kærbæk er kortlagt i Vandområdeplanerne 2021-2027 som dårlig økologisk tilstand og ukendt kemisk tilstand. I Vandområdeplanerne 2021-2027 er der desuden påkrævet indsats fra de regnvandsbetingede udløb (RBU).

I Varde Kommunes Spildevandsplan er de fælleskloakerede kloakoplande planlagt til at blive separatkloakeret med start i 2025.



Figur 1: Fælleskloakerede områder i Ansager Nord (grønne polygoner), der skal separatkloakeres iht. spildevandsplanen. Placeringen af overløb til Kærbæk er vist med røde stjerner.

3. Stofudledning til recipient

Status i området i dag er, som nævnt i afsnit 2, at området er fælleskloakeret med mange overløb. Der er igennem modelberegninger og målinger estimeret en overløbsmængde på 31.000 m³/år fra projektområdet der ses på Figur 1, hvilket svarer til ca. 30% af den nedbør, der ledes til kloaksystemet om året (se evt. Scenarie 0 i Bilag 3). Overløbene som består af opspædet spildevand, medfører

således en betydelig udledning af næringsstoffer og organisk stof til recipienten. Det tag- og overfladevand, der ikke bliver udledt i form af overløb, bliver ledt til renseanlægget, hvor det gennemgår rensning før udledning til recipienten. Recipienten for Skovlund Renseanlæg er en anden, men vandløbene løber sammen til Varde Å. I nærværende rapport anses stofudledningen direkte fra oplandet til Kærbæk og udledningen fra renseanlægget som ligeværdig, når der sammenlignes scenarier i afsnit 5.

Ved en separatkløbering vil der i stedet for opspædet spildevand blive udledt tag- og overfladevand direkte til recipienten. Tag- og overfladevand indeholder også stoffer, der kan være skadelige for recipienten, hvorfor det skal vurderes i hvilken grad tag- og overfladevandet skal renses før udledning. Graden af rensning afhænger af den forventede stofkoncentration og udledte stofmængde, der er i tag- og overfladevandet, men også recipientens robusthed overfor de stoffer der forventes at være i tag- og overfladevandet samt recipientens nuværende tilstand og koncentrationer af stofferne.

Den kemiske tilstand i Kærbæk er ukendt, og det vides ikke, hvilke stofkoncentrationer der er i dag. Det anbefales derfor, at der foretages to screeningsvandprøver til vurdering af vandløbets tilstand. Screeningsprøverne skal være med til at vurdere, i hvilken grad tag- og overfladevandet skal renses før udledning ved en separatkløbering. Screeningsprøverne anbefales foretaget henholdsvis opstrøms og nedstrøms byen, før og efter overløbene, som ses på Figur 1 på ovenstående side. Vandløbet løber fra øst mod vest.

For at vurdere hvilke stoffer der skal undersøges for i screeningsprøverne, tages der udgangspunkt i miljøstyrelsens nærmeste udtagne måling i Ansager Å fra 2019. Ved denne er der i vandfasen er målt på 18 stoffer med 3 separate målinger af hvert stof. Ansager Å ligger ca. 600 meter syd for Kærbæk, og er kortlagt med moderat økologisk tilstand og ikke-god kemisk tilstand. Ansager Å's opland ligger lige syd for oplandet til Kærbæk, begge oplande er domineret af markarealer, og er derfor sammenlignelige. Desuden er yderligere inddraget en gennemgang af nedstrøms målinger fra Varde Å ved Ansager Kanal fra 2021, samt målinger fra Hoven Å fra 2023, hvor den sidste har indgået i en vurdering af relevante stoffer i et lignende projekt ved Skovlund. Der er ydermere medtaget viden fra andre relevante undersøgelser og litteratur vedrørende hvilke stoffer som er målt i problematiske koncentrationer i tag- og overfladevand samt i vandløb.

I Tabel 1 ses en liste over de stoffer som vurderes potentielt at kunne være problematiske i Kærbæk. Enten fordi de er målt over detektionsgrænsen i Ansager Å, eller fordi de har et relativt højt typetal for regnvand¹ ift. miljøkvalitetskriteriet. Med gult er i tabellen angivet de data som enten er højere end miljøkvalitetskravet i typetallet for regnvand, eller ved måling i Ansager Å. På baggrund af disse data er der udført en vurdering af det enkelte stof, og angivet hvilke stoffer som anbefales målt for i Kærbæk når der tages højde for en samlet vurdering af miljøkvalitetskrav, typetal og eksisterende måldata fra en lignende recipient.

¹ Typetal for miljøfarlige forurenende stoffer i regnbetingede udledninger, NOVANA, januar 2022. <https://mst.dk/media/grzhqw5f/typetal-for-miljoefarlige-forurenende-stoffer-i-regnbetingede-udledninger.pdf>

Tabel 1: Liste over kemiske stoffer som er målt over detektionsgrænsen i Ansager Å i vandfasen i MST prøve fra 2019, eller som vurderes at kunne være et risikostof grundet relativt høje typetals koncentrationer i regnvand ift. miljøkvalitetskravet. Samt angivelse af om de på baggrund af målinger og typetal anbefales målt i Kærbæk til dette projekt.

Stof	Miljøkvalitetskrav (MKK) generelt [$\mu\text{g/l}$]	Ansager Å 2019, max [$\mu\text{g/l}$]	Typetal regnvand (MST)	Vurdering	Anbefales målt
Arsen	4,3	0,52	1,3	Forventes ikke at være et problem grundet lave koncentrationer i Ansager Å og et lavt typetal ift. MKK.	
Barium	19+baggrund	77	12	Høje konc. i vandløb skyldes baggrundsbelastning. Typetal for regnvand er under kravværdi.	
Bisphenol A	0,1		0,08	Måles da typetallet er nær kravværdi, og der er risiko for at stoffet kan påvises i Kærbæk.	x
Bly	1,2	0,2	4	Anbefales målt, da typetallet er højere end MKK.	x
Cadmium	0,08	0,068	0,07	Recipient max måling er nær MKK, og anbefales derfor målt.	x
Chrom	3,4	0,33	4	Anbefales målt, da typetallet er højere end MKK.	x
DEHP	1,3	<0,1	0,7	Baseret på at stoffet ikke kunne påvises i Ansager Å vurderes måling ikke nødvendig.	
Kobber	1+baggrund	1	9	Bør måles da typetallet for regnvand er højt, og stoffet er påvist i Ansager Å.	x
Kobolt	0,28		0,4	Stoffet er ikke tidligere målt i lokale recipienter. Anbefales målt som kontrol, da typetallet er højere end MKK.	x
Kviksølv	0,07		0,03	Bør måles da fisk er påvist i Ansager Å med højt indhold af stoffet.	x
Nikkel	4 (= biotilgængelig del)	3,1	4	Anbefales målt, da typetallet er nær MKK og stoffet er påvist i Ansager Å.	x
Vanadium	4,1+baggrund		2,6	Typetal for regnvand er under MKK samt måling fra Hoven Å viste en uproblematisk koncentration, kan derfor udgå.	
Zink	7,8+baggrund	37	130	Bør måles da typetallet for regnvand er højt, og stoffet er påvist i Ansager Å.	x

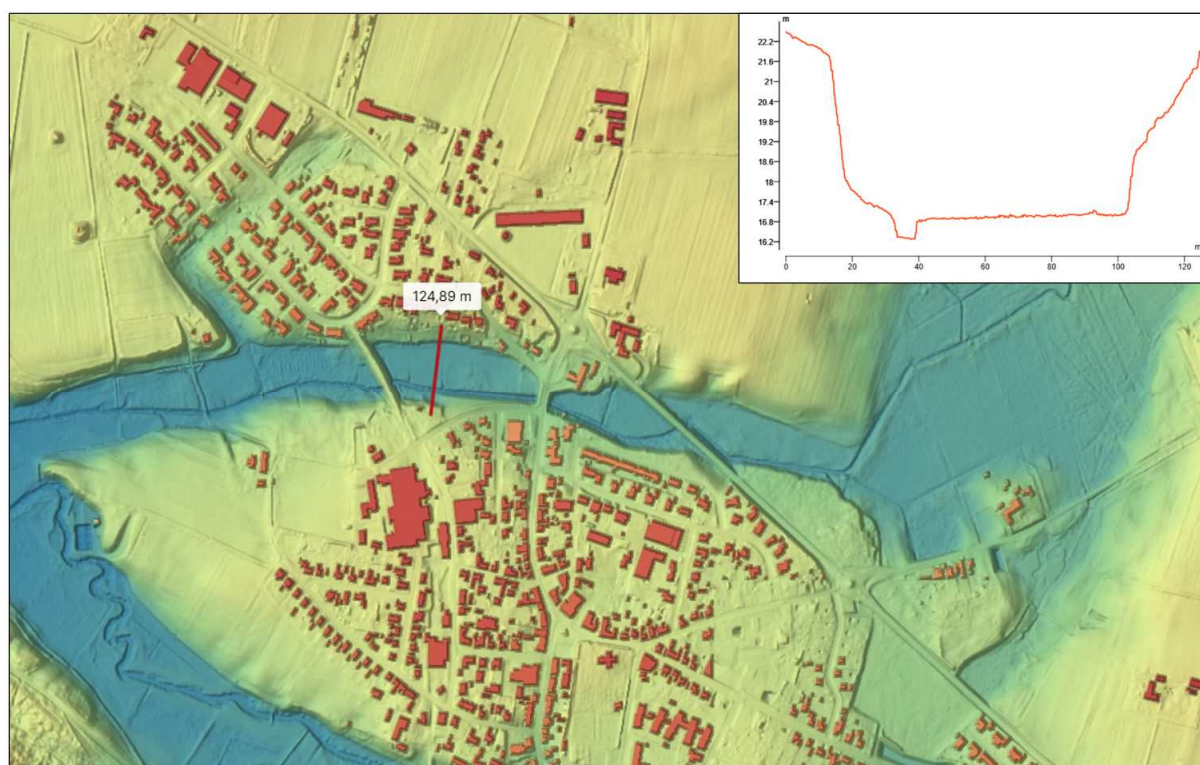
Listen af anbefalede stoffer til måling i screeningsprøverne på baggrund af den foreliggende data er opsummeret her:

- Bisphenol A
- Bly
- Cadmium
- Chrom
- Kobber
- Kobolt
- Kviksølv
- Nikkel
- Zink

4. Hydraulik i recipient

Som beskrevet i afsnit 2 så er området i dag fælleskloakeret med hyppige overløb. Dette medfører, at der i dag udledes store vandføringer fra overløbene til Kærbæk flere gange om året.

DIN Forsyning har lavet modelberegninger af spidsbelastningerne fra overløbene ved at simulere en 10 års CDS-regn³ med en høj sikkerhedsfaktor på 1,87. Beregningsresultaterne for spidsbelastningerne er leveret til Varde Kommune, der har brugt dem som input til en vandløbsmodelberegning for Kærbæk⁴. Beregningerne viste, at der ved disse udledninger og de resulterende vandføringer i vandløbet ikke sker oversvømmelser fra vandløbet. Dette skyldes især den store kapacitet, der er i ådalen og højdeforskellen til bygningerne på mindst 3 meter, som det fremgår af nedenstående ud-klip fra SCALGO.



Figur 2: Terræn omkring Kærbæk. SCALGO.

Hydrauliske vandløbsberegninger udarbejdet af Varde Kommune viser desuden, at vandhastigheden ikke giver anledning til erosion eller fare for flora og fauna i Kærbæk. Dette skyldes især, at der er mange udledningspunkter, hvilket spreder belastningen af vandløbet ud over en større strækning og dermed reducerer vandhastigheden. Udledningerne fra overløbene til Kærbæk (1-4) giver en maks. udledning over 10 minutter på:

Tabel 2: Maks. udledninger fra overløb over 10 minutter til Kærbæk, der er vurderet som acceptable fra Varde Kommune.

	Overløb 1	Overløb 2	Overløb 3	Overløb 4	I alt
Maks. udledning over 10 minutter [m ³ /s]	0,89	0,31	0,29	0,77	2,25

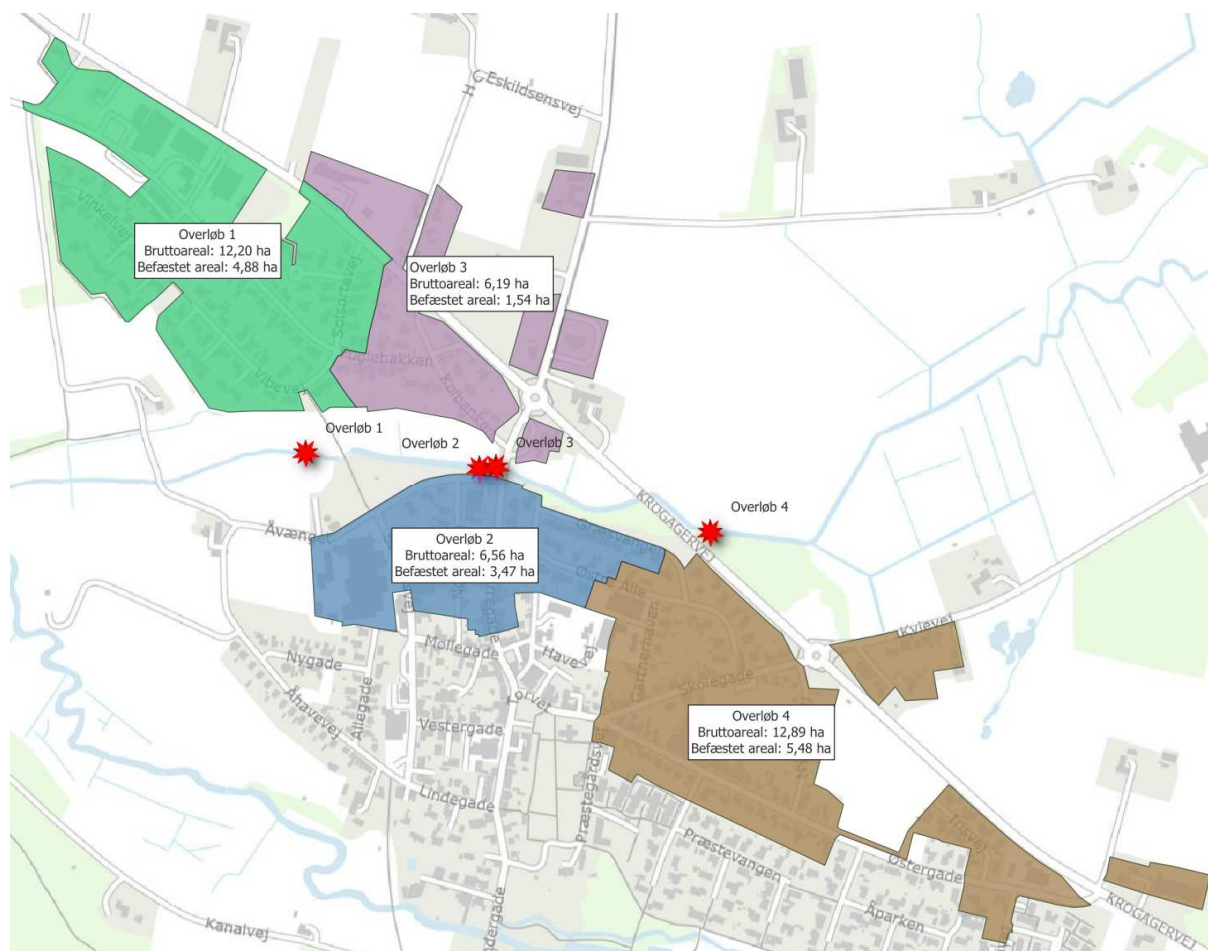
³ Mail fra Jens Christian Jeppesen (jcsj@dinforsyning.dk) til Jan Pedersen (japb@varde.dk).
Emne: Ansager CDS regnhændelser.

Vedhæftet: Fremtidig maks 10års udløbs_overløbsflow - Ansager.xlsx

⁴ Separatkloakering af Ansager - Mødereferat 1, 30-10-2024.

Varde Kommune stiller derfor som udgangspunkt ikke krav til yderligere drosling end de eksisterende udledninger ved en separatkloakering. Dog skal der ved en ændring af udledningernes placering og belastning udføres en ny vandløbsmodelberegning fra Varde Kommunes side for at kunne godkende en fremtidig udledning af tag- og overfladevand ved en separatkloakering.

Den eksisterende oplandsinddeling ser ud som på nedenstående figur. Det befæstede areal er fundet ud fra SCALGOs arealdække, hvor "Andet befæstet" i baghaven er fjernet fra befæstelseskortet. "Andet befæstet" regnes med en afløbskoefficient på 0,80, mens bygninger og veje regnes med en afløbskoefficient på 1,00.



Figur 3: Arealoppgørelse til de enkelte overløb for eksisterende fælleskloak.

5. Principper for regnvandshåndtering

Til håndtering af de regnvandsbetingede udløb (RBU'er) i Ansager Nord er der mange muligheder for separerings-, rensnings- og afvandingsprincipper der skal tages stilling til og overvejes. Dette skyldes især recipientens robusthed og muligheden for nedsivning i store dele af projektområdet. Behovet for rensning er stadig forbundet med stor usikkerhed pga. de manglende vandprøver i Kærbæk. I nedenstående tabel er de enkelte principper stillet op med fordele og ulemper.

Tabel 3: Separerings-, rensnings- og afvandingsprincipper i Ansager Nord med fordele og ulemper. Fortsættes på næste side.

Vurdering af	Fordele	Ulemper
Bevarelse af fælleskloak med anlæg af sparebassiner ⁵ ift. en fuld separatkloakering.	- Yderst begrænset opgravning og anlægsarbejde i oplandet, kun til renoivering af eksisterende ledninger. - Ingen påbud til borgerne om, at de skal separere på egen grund. - Ingen risiko for fejlkoblinger - Færre interessenter i projektet.	- Behovet for sparebassinvolmen estimeres til at være stort (omkring 6.100 m³) til T1. - Kravet til forsinkelse ved en separatkloakering er ifølge afsnit 4 meget lavt ift. ovenstående sparebassinvolmen. - Lukkede bassiner laves typisk i plast eller beton, hvilket har en stor drivhusgasudledning pr. m³ ift. åbne jordbassiner, der kan laves ved en separatkloakering. - Bassinvolmen kan være komplicerede at finde plads til ved alle overløbsbygværker. - Overløb vil stadig forekomme. - Øger presset på renseanlægget, da der bliver afledt væsentligt mere vand hertil om året. - Øgede driftsomkostningerne til pumpning og rensning på renseanlæg. - Der sker ingen fremtidssikring af oversvømmelser i oplandet, når ledningerne ikke opdimensioneres.
Semiseparering Semiseparering/vejseparering m. sparebassiner ⁶ ved resterende fælleskloak ift. en fuld separatkloakering	- Ingen påbud til borgerne om, at de skal separere på egen grund. - Ingen risiko for fejlkoblinger - Giver mulighed for at lave overflade-/terrænnære løsninger til separering af vejvand, hvilket begrænser anlægskompleksiteten ift. en fuld separering. - Overfladeløsninger giver god mulighed for at indarbejde rekreative løsninger til regnvandshåndtering. - Ikke behov for dybe udgravninger i oplandet til nyt spildevandssystem. - Sparebassinvolmen (omkring 3.800 m³) reduceres ift. ingen separering.	- Samme ulemper som ovenstående (ved bevarelse af fælleskloak m. sparebassiner), dog generelt i mindre grad. - Selvom der stadig er fælleskloak, er anlægsarbejdet stadig stort i oplandet til vejsepareringen.

⁵ Se bilag 1 for overslagsberegning af sparebassin ved bevarelse af fælleskloak

⁶ Se bilag 1 for overslagsberegning af sparebassin ved vejseparering

Vurdering af	Fordele	Ulemper
Fuld separering ift. bevarelse af fælles-kloak.	- Laveste stofudledning. - Recipientens hydrauliske robusthed giver mulighed for et meget lille bassinvolumen til forsinkelse ift. det estimerede volumenbehov for sparebassinerne.	- Påbud til borgerne om, at de skal separere på egen grund. - Dybe udgravninger i oplandet til spildevand. - Regnvandssystemet skal ligge dybere end ved en vejseparering, da lodsejerne skal kunne tilkoble systemet, såfremt de ikke udtræder helt eller delvist ved nedsivning.
Alternativ rensning (fx Sedipipe) ift. våde regnvandsbassiner	- De alternative løsninger til rensning har ofte et mindre pladsbehov, og kan laves som lukkede løsninger i vejarealer. Det bliver derfor nemmere at undgå at anlægge bassiner i beskyttede områder i Ansager, især i det nordvestlige område. (Den alternative rensning bliver i nærværende notat omtalt med en renseevne, der er halvt så god som BAT -> ½ x BAT).	- Rensegraderne af de alternative løsninger er (især ved store vandføringer) ikke lige så gode som for våde regnvandsbassiner. - Våde regnvandsbassiner er en meget velkendt løsning og anset som BAT.
Forsinkelse	- Forsinkelse vil reducere den hydrauliske påvirkning på vandløbet og dermed reducere miljøpåvirkningen af vandløbet. - Renseeffekten af tag- og overfladevand kan øges væsentligt i alternative renseelementer, hvis der forsinks. Renseeffekten i våde regnvandsbassiner med forsinkelse burde dog være sammenlignelig med ingen forsinkelse, såfremt bassinet er udformet korrekt og har tilstrækkeligt vådvolumen.	- Drosling/forsinkelse er en meromkostning, når der ses isoleret på, hvilken vandføring vandløbet kan modtage, idet der skal anlægges et opstuvningsvolumen.
Nedsivning, hvor det er muligt ift. udledning til recipient ved separering.	- Nedsivning giver beregningsmæssigt ikke nogen udledning til recipienten, hvorfor både den hydrauliske belastning og stofudledningen er lig nul. - Beregningsmæssigt giver nedsivning et mindre opstuvningsvolumen, end bassiner med udledning til recipient og afløbstal på mindre end 10 l/s/ha.	- Recipientens hydrauliske robusthed giver mulighed for et meget lille bassinvolumen til forsinkelse ved separering før udledning til recipient. Nedsivning vil derfor kræve et større bassinvolumen, og dermed give en meromkostning til projektet. - Nedsivningsløsninger er som udgangspunkt mere driftstunge og mere sårbare overfor mangelfuld drift.
Afledning af tag- og overfladevand på terræn fra private matrikler til vejarealer	- Det vil i nogen områder give DIN Forsyning mulighed for at lave et mere terrænnært regnvandssystem, hvilket øger muligheden for nedsivning i offentlige arealer.	- Driften af overfladeløsningerne bliver kommunens ansvar på deres arealer.

5.1 Scenariebeskrivelser

Med afsæt i overvejelserne i tabel 3 omkring de forskellige separerings-, rensnings- og afvandingsprincipper, kan der nu opstilles konkrete scenarier.

Som det fremgår i ”Bilag 2 - Beslutningstræ og valg af scenarier”, vil det være muligt at opstille mindst 18 scenarier ved at kombinere principperne fra tabel 3 på forskellige måder. Der ville kunne opstilles endnu flere, hvor fx fælleskloakken også skal opdimensioneres til serviceniveau på 10 år både ved bevarelse af ren fælleskloak og ved en vejseparering, eller at der laves en vejseparering uden anlæg af sparebassiner. Det vurderes dog som værende for langt fra den løsning, der bør vælges for området, hvorfor de ikke er med i beslutningstræet.

Det vurderes at være for omstændigt at beskrive alle scenarier. Der er derfor gået videre med at opstille 5 scenarier overfor hinanden, der anses som repræsentative for spændet af scenarierne.

Der tages udgangspunkt i, at alle scenarier (bortset fra scenarie 0) er mulige at løse, både myndighedsmæssigt og anlægsteknisk.

For alle scenarier vil det være muligt for borgeren at vælge frivilligt at nedsive på egen grund, såfremt jordforholdene tillader det og der opnås den nødvendige tilladelse fra Varde Kommune for det nye anlæg på egen grund.

5.1.1 Scenarie 0 - Ingen indsats

Scenariet er medtaget for at kunne sammenligne de andre scenarier hermed. Scenarie 0 anses ikke reelt som en mulighed, da det allerede er besluttet fra Miljøstyrelsen (se afsnit 2), at der skal handles overfor de regnvandsbetingede udløb.

5.1.2 Scenarie 1 - Bevarelse af fælleskloak med anlæg af sparebassiner

I dette scenarie vil fælleskloakken i oplandet bevares som den er, og kun blive saneret ifm. den øvrige saneringsplanlægning. Ved alle overløbsbygværker skal der etableres sparebassiner, der skal få overløbsmængderne ned på et minimum. Sparebassinvolumenet er ved overslagsberegninger fundet til ca. 6.100 m³/år, som det fremgår i Bilag 1. (Der er her taget udgangspunkt i 1 overløb om året, men det kan i praksis også være andre dimensioneringskriterier, som fx en overløbsmængde svarende til 1% af spildevandsmængden eller maks. 250 m³/år/red. ha.).

5.1.3 Scenarie 2 - Vejseparering med anlæg af sparebassiner (semiseparering)

For en vejseparering, tages der udgangspunkt i, at det kun er vejarealet der separatkloakeres. Lods-ejerne får derfor ikke noget påbud om at separere på egen grund. Fælleskloakken bevares som den er, men modtager nu kun vand fra private matrikler og ikke vejarealer. Vejsepareringen vil isoleret set øge kapaciteten i fælleskloakken ved at reducere det befæstede areal til fælleskloakken og reducere overløbene, men der vil stadig ske store mængder af overløb, hvorfor der i scenariet indbygges sparebassiner for at reducere overløbene yderligere, se Bilag 1 - Overslagsberegning af sparebassinvolumener. Volumen til sparebassiner for Scenarie 2 er fundet til ca. 3.800 m³.

Det separerede vejvand nedsives i den udstrækning det er muligt. Hvor det ikke er muligt at nedsive, afledes vejvandet til en alternativ rensning før det udledes til recipienten. Der etableres ikke forsinkelse før udledning af vejvand.

5.1.4 Scenarie 3 - Fuld separering med nedsivning, våde bassiner og forsinkelse

Scenarie 3 tager udgangspunkt i, at alle borgerne modtager påbud om separatkloakering på egen grund. Som udgangspunkt skal borgerne aflede tag- og overfladevand til DIN Forsynings kloaksystem.

Der vil dog være mulighed for, at den enkelte lodsejer kan søge om tilladelse til delvis håndtering af overfladevand på egen grund ved nedsivning.

DIN Forsyning arbejder i dette scenarie ud fra det princip, at der nedsives så meget som muligt i vejarealer eller i nedsivningsbassiner, og alt der ikke kan nedsives, skal ledes til våde regnvandsbassiner, hvor der også etableres et opstuvningsvolumen til forsinkelse af vandet før det afledes til recipient. Overslagsberegninger for Scenarie 3 viser, at der skal findes ca. 1.000 m³ faskinevolumen, 800 m³ i nedsivningsbassiner og 3.000 m³ i våde regnvandsbassiner.

For en del af projektområdet, hvor det pga. grundvandsspejlet (som er angivet i den geotekniske rapport for området) ikke er muligt at nedsive, vurderes det som meget anlægsteknisk kompliceret og økonomisk disproportionalt for projektet at finde plads til et vådt regnvandsbassin. For denne del af projektområdet vurderes det derfor som nødvendigt at udlede uforsinket og via alternativ rensning svarende til en rensegrad på ½ x BAT.

Derudover er der private lodsejere med matrikler der skråner væk fra vejarealet, hvor det ikke er muligt at få deres stik ud højt nok i jorden til, at der kan nedsives over grundvandsspejlet. Da det ikke er sikkert, at de vil nedsive frivilligt på egen matrikel, antages det at de afleder til en alternativ rensning med rensegrader svarende til ½ x BAT. Se arealer i afsnit 6 nedenfor.

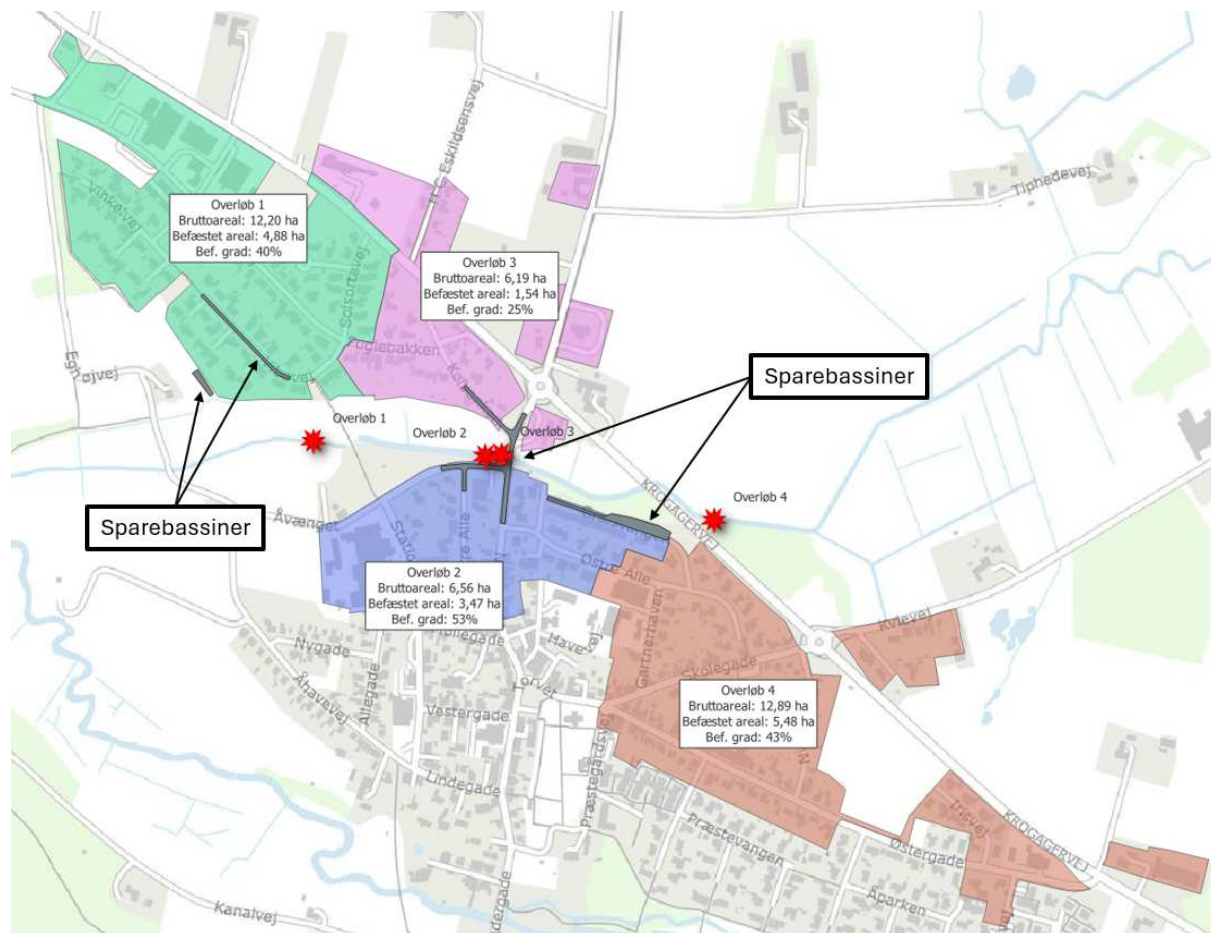
5.1.5 Scenarie 4 - Fuld separering uden nedsivning, våde bassiner og forsinkelse

Ligesom for scenarie 3, tages der udgangspunkt i, at borgerne modtager påbud om at skulle separere på egen grund. I dette scenarie afledes alt tag- og overfladevand til en alternativ rensning, før det udledes uforsinket til recipient. Der etableres derfor ingen nedsivning, våde bassiner eller forsinkelse.

6. Vurdering af scenarier og arealbehov

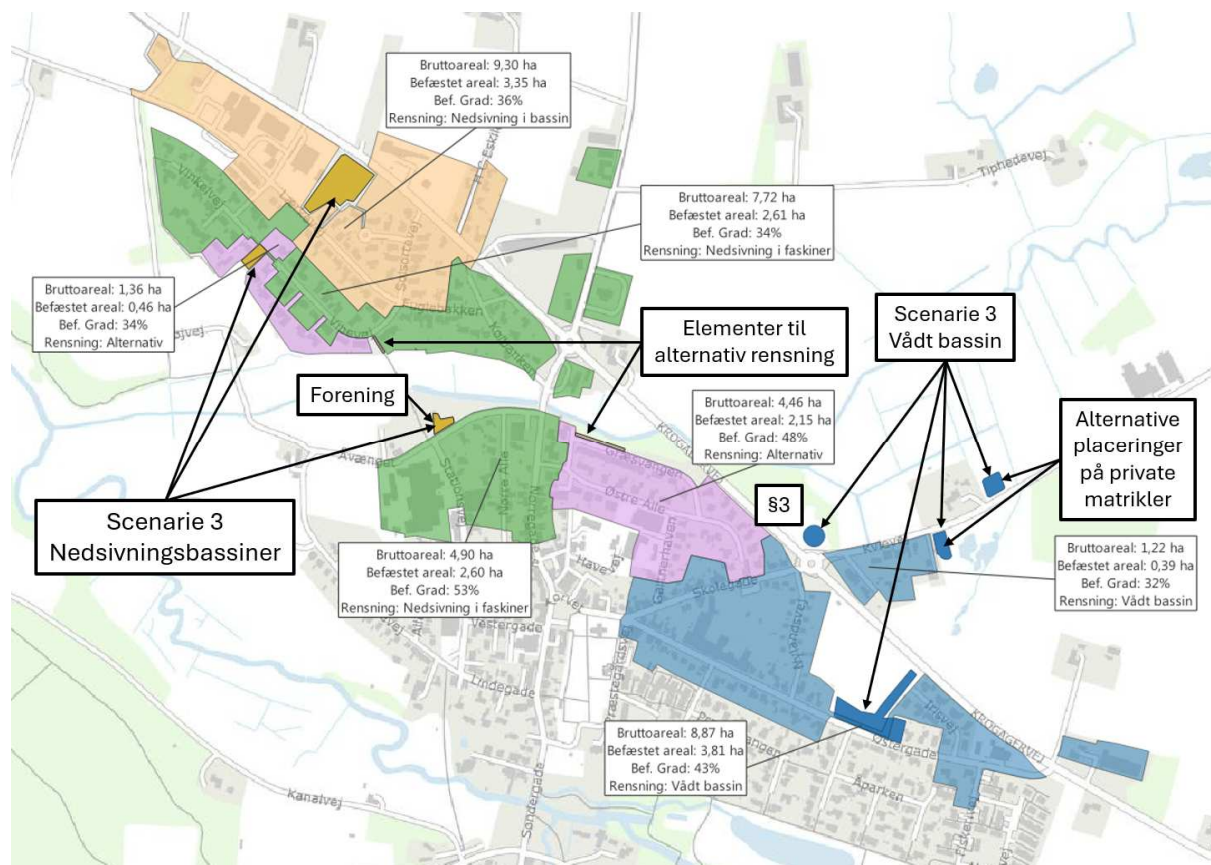
Arealbehov

Som det fremgår af nedenstående figurer, varierer arealbehovet ud fra hvilket scenarie der vælges.



Figur 4: Arealudpegninger for Scenarie 1 og 2.

Det vurderes, at det er muligt at holde sig indenfor offentlige arealer, når der skal etableres sparebassiner til Scenarie 1 og 2. Dog bliver det højst sandsynligt nødvendigt at inddrage grønne arealer, som er ejet af kommunen, men udenfor beskyttede områder.



Figur 5: Arealudpegninger for Scenarie 3.

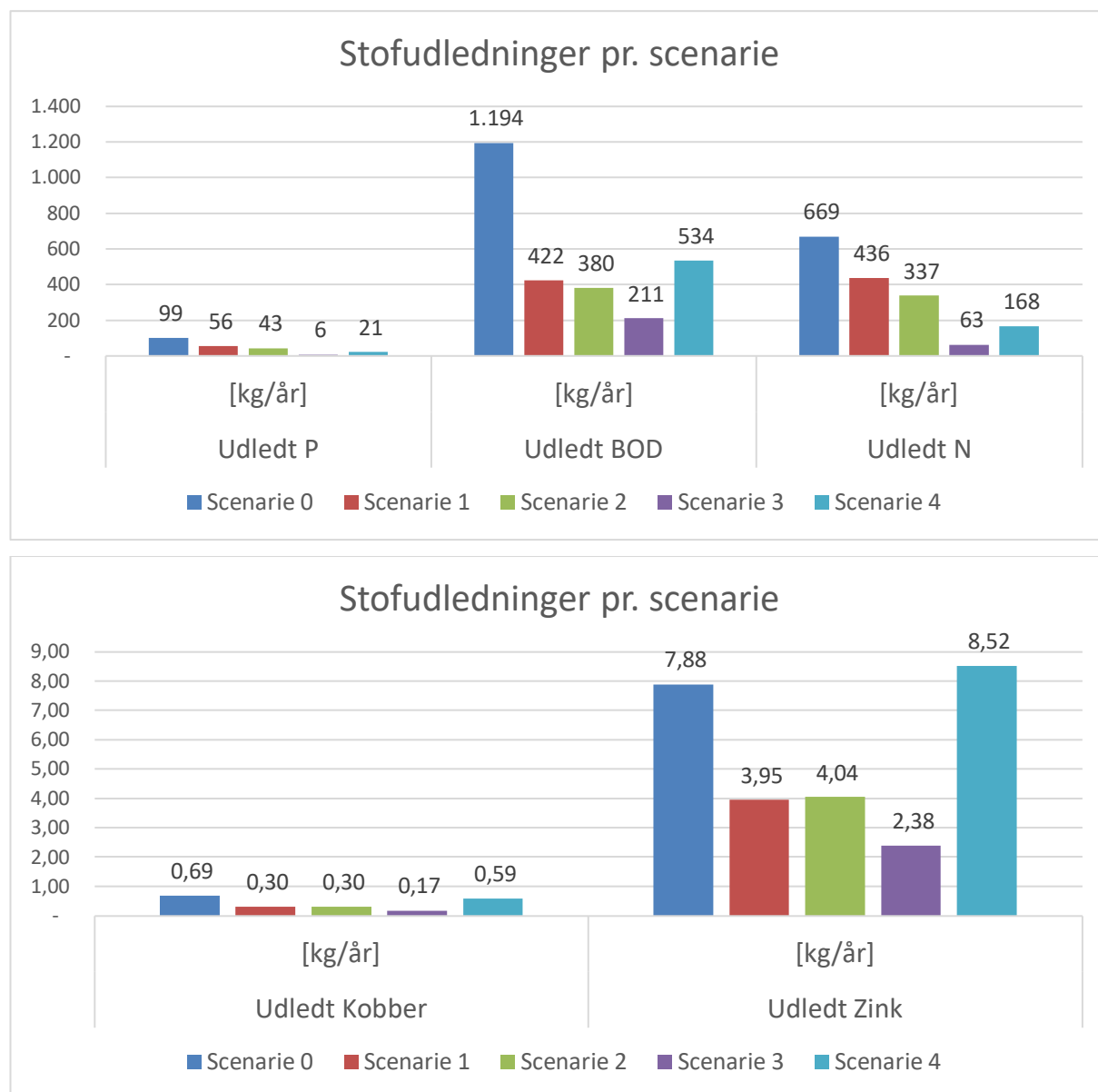
Scenarie 3 har pga. nedsivningsmulighederne generelt gode muligheder for at holde sig til offentlige arealer og udenfor beskyttede områder. Det vil dog være nødvendigt at inddrage grønne områder, som er ejet af kommunen. Det kan også være nødvendigt at inddrage et mindre grønt areal, der er ejet af en forening. For de våde bassiner, bliver det nødvendigt at inddrage et areal, der er §3-beskyttet eller på private arealer.

Scenarie 4 kan i størst mulig udstrækning holde sig indenfor vejarealerne, da forsinkelsesvolumener er næsten ikke eksisterende i dette scenarie.

Stofudledning

Som det fremgår af Bilag 3, har Scenarie 3 beregningsmæssigt den mindste stofudledning til recipienten med en reduktion på 70-94% ift. status.

Scenarie 1, 2 og 4 er sammenlignelige, når der ses på middel reduktionen ift. status. Dog har Scenarie 4 en mindre udledning af næringssalte, men en større udledning af kobber og zink, og udleder beregningsmæssigt mere zink til recipienten end status. Scenarie 1 og 2 har en mere jævn reduktion af alle de beregnede stoffer.



Figur 6: Stofudledninger pr. scenarie

Klimasikring

Scenarie 3 og 4 vurderes som de scenarier med den største effekt på klimasikring af området. Dette skyldes, at der i disse scenarier etableres ny regnvandshåndtering til hele oplandet.

Scenarie 2 har mindre fremtidssikring end scenarie 3 og 4, da det kun er det nye vejafvandingsssystem, der laves til serviceniveau på 5 år. Det forventes, at fælleskloakken beregningsmæssigt stadig ikke vil leve op til serviceniveau på 10 år (for fælleskloak), selvom der vejsepareres.

Scenarie 1 har den mindste klimasikring af området, da der i dette scenarie ikke laves et nyt regnvandssystem og fælleskloakken kun opdimensioneres ad hoc ifm. ledningsrenovering. Sparebassinerne vil udvide kapaciteten, men ved intense skybrud vil ledningerne stadig være for små.

Anlægsøkonomi

Scenarie 1, 2 og 3 vurderes som anlægsøkonomisk sammenlignelige, selvom der er stor forskel på scenarierne. Vurderingen er lavet pba. af nøgletal for priser til separatkloakering, sparebassiner, våde bassiner, faskiner osv. Scenarie 1 har generelt lavere udgifter i oplandet, men til gengæld store udgifter til sparebassiner og vice versa.

Scenarie 4 vurderes som det anlægsøkonomisk billigste scenarie, da der ikke etableres bassinvolumentener.

Driftsomkostninger

Scenarie 1 vil øge driftsomkostninger til pumpning og rensning på renseanlægget, da der ledes mere vand hertil, som ellers var gået i overløb i Scenarie 0 (status). Se evt. Bilag 3.

Scenarie 2 har ca. den samme driftsomkostning til pumpning og rensning på renseanlægget som statusscenariet. Derudover har scenariet forøgede driftsomkostninger til regnvandssystemet der håndterer vejvandet.

Ved den fulde separering i Scenarie 3 fjernes alt regnvand til pumpning og til renseanlægget. Dog har scenariet forøgede omkostninger i oplandet, da der etableres nedsivningselementer og våde bassiner, der skal driftes.

Scenarie 4 fjerner også regnvand til pumpning og til renseanlægget, men der etableres ikke nedsivningselementer og våde bassiner ift. Scenarie 3. Scenarie 4 vurderes derfor som det billigste scenarie, når der ses på driftsomkostninger.

Ressourceforbrug og klimaaftryk

Alle scenarier kommer med et betydeligt klimaaftryk (bortset fra Scenarie 0) pga. det nødvendige grave- og jordarbejde samt materialeforbruget af plast og beton, der er forbundet med anlæg i jord og kloakarbejder. Scenarie 1, 2 og 3 vurderes som sammenlignelige, mens Scenarie 4 vurderes til det laveste klimaaftryk.

Samlet vurdering

Som et overslag pba. af ovenstående analyser og vurderinger, kan nedenstående tabel opstilles til en intern vurdering mellem scenarierne.

Tabel 4: Vurdering af scenarier ift. hinanden på en skala fra 1-10, hvor 10 bedst.

Scenarie	Areal-behov	Stofudledning til recipient	Klimasikring	Anlægsomkostninger	Driftsomkostninger	Ressourceforbrug og klimaaftryk	Samlet uden vægtning
0 - Status	10	1	1	10	6	10	38
1 - Status + sparebassiner	6	5	3	5	3	3	26
2 - Vejsep. + sparebassiner	6	6	7	5	4	3	30
3 - Fuld sep. med forsinkelse	4	9	10	5	5	3	33
4 - Fuld sep. uden forsinkelse	9	4	10	7	9	5	41

Scenarie 0 er ikke en reel mulighed pba. stofudledningerne som beskrevet i afsnit 2, men er blot med som sammenligningsgrundlag.

Scenarie 3 har den klart største effekt på stofudledningerne og dermed den direkte effekt på vandmiljøet i Kærbæk.

Scenarie 4 får den højeste samlede score, hvis der ikke vægtes mellem parametrene. En vægtning mellem parametre kunne fx være, at stofudledninger betyder mere end de andre parametre, hvorfor stofudledningerne ganges med en faktor 3. Det samme gøres for de andre parametre, så alle får en faktor/vægtning, der ganges på pointene.

Scenarie 4 scorer højt på klimasikring, arealbehov og driftsomkostninger, og får en middel karakter for de øvrige parametre. Dog er stofudledningerne størst for dette scenarie, hvilket er af afgørende betydning, da det er et generelt krav fra Miljøstyrelsen, at der skal vælges BAT til rensning.

7. Valg af scenarie

På baggrund af nærværende analyse for fremtidig afledning af overfladevand fra Ansager anbefales det at arbejde videre med Scenarie 3 for projektområdet. De primære argumenter for valget er:

- En separatkløbering med anvendelse af BAT vil have den største effekt på den påkrævede indsats for de regnvandsbetingede udløb (RBU'erne), som det er bestemt i Vandområdeplanerne.
- Miljøstyrelsens generelle krav til at vælge BAT til rensning før udledning til miljøet, herunder for rensning af tag- og overfladevand ved udledning til recipient.
- Scenarie 3 vurderes til at have færrest negative miljøkonsekvenser. Dels pga. stofudledninger til recipienten og dels pga. den begrænsede hydrauliske belastning af recipienten Kærbæk.

7.1 Vurdering af nedsivningsevne

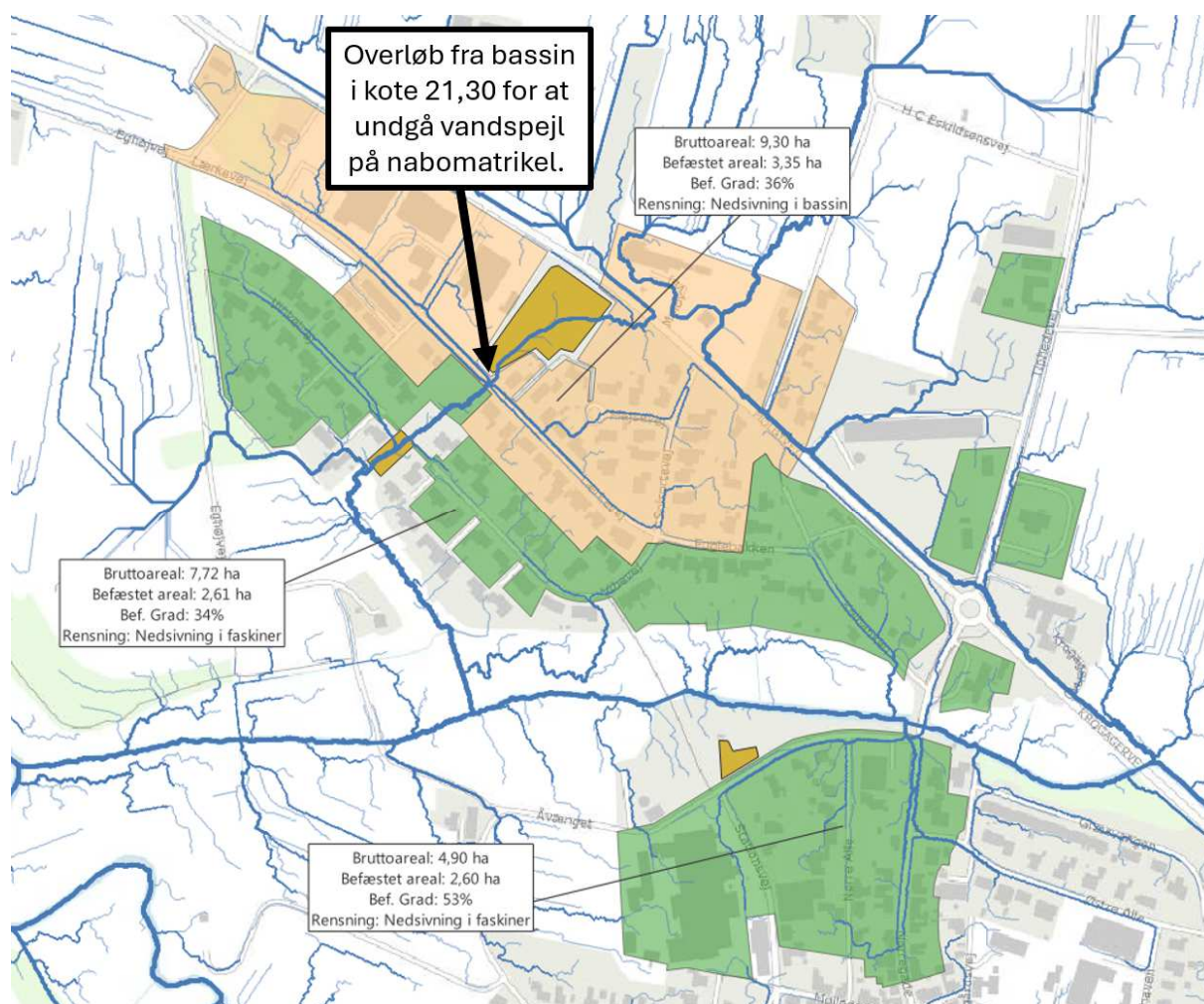
Nedsivningsevnen for området er vurderet i den geotekniske rapport for projektområdet - se bilag 4. Det er her målt, at der er sandjord i en stor del af området, hvor nedsivningsevnen vurderes som god. Alle målinger af den hydrauliske nedsivningsevne er højere end 10^{-5} m/s, hvilket er højt nok til at nedsive. I nogle områder er jorden ikke egnet eller grundvandsspejlet er for højt, hvorfor det vurderes til ikke at være muligt at nedsive her. I nogle områder er der vurderet en begrænset nedsivningsevne, fordi der er ler ca. 3,5 meter i jorden, hvilket danner risiko for dannelse af sekundært grundvandsspejl. Det vurderes dog til at være muligt at nedsive i de angivne områder, da det ud fra boringerne vurderes, at der er et fald i lerlaget mod vandløbet. Vandet vil derfor have mulighed for at løbe horisontalt i sandlaget mod vandløbet, hvilket vil have en drænende effekt og muliggøre nedsivning.

7.2 Konsekvensanalyse for nedsivning i projektområdet

Ved at etablere nedsivning, hvor der før var afledning i ledninger, vil der forekomme en lokal øget grundvandsstand omkring nedsivningselementerne. Den lokalt øgede grundvandsstand kan risikere at give gener for borgerne ved op-fugtning af kældervægge. Risikoen vurderes dog til at være lille, da:

- Forøgelsen i grundvandsspejlet estimeres til at være lav pga. sandjorden, der har en relativt høj hydraulisk ledningsevne mod vandløbet.
- Bygningen undgår op-fugtning, hvis der er etableret omfangsdræn omkring kælderen, hvorfor omfangsdræn eliminerer risikoen.
- For de øvrige bygninger vil der kun ske op-fugtning, hvis forøgelsen i grundvandsspejlet lige præcis kommer over kældervæggen, hvor det før var under.

Det forventes at strømningsvejene på terræn vil være tilnærmelsesvis ens med grundvandsstrømningen, da det ud fra borerne ses, at lerlaget, ligesom terrænet også falder mod vandløbet. Ved overløb fra faskiner vil der generelt være strømning på vejarealer mod vandløbet. Ved det nordlige nedsivningsbassin vil det være nødvendigt at sikre et overløb, der ligger under koten for vejen, som angivet på nedenstående figur:

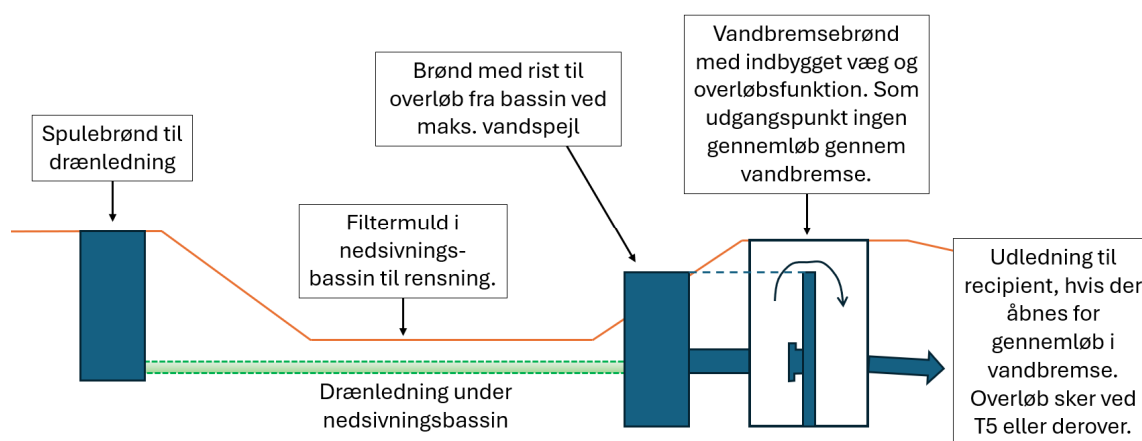


Figur 7: Lavningsfri strømning ved arealer med planlagt nedsivning. Det forventes at strømningsvejene for grundvandet vil være tilnærmelsesvis ens.

7.3 Afværgeforanstaltninger og udløb for valgte scenarie

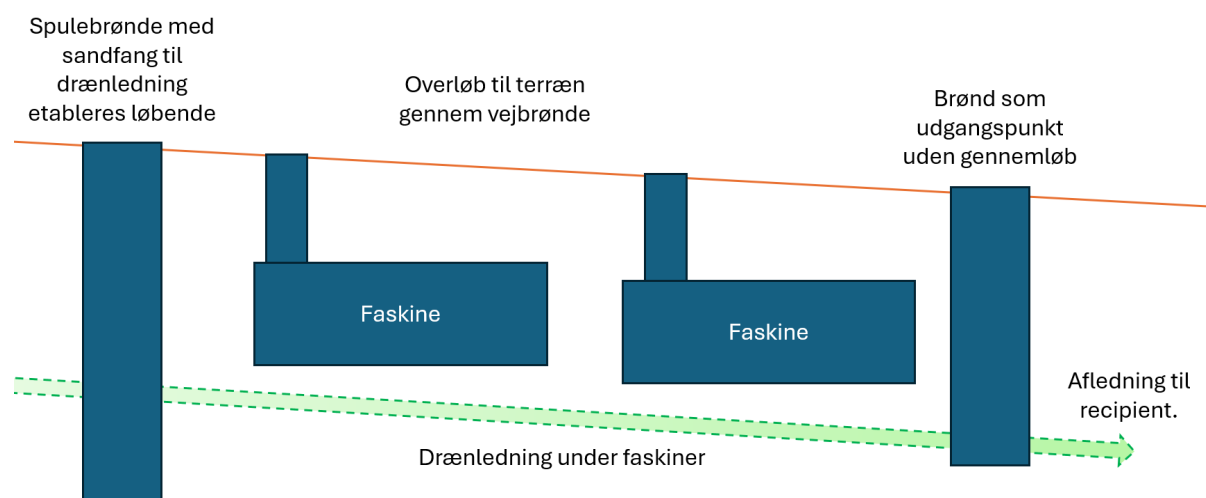
Det kan (mod forventning) i senere faser af projektet vise sig, at det ikke kan lade sig gøre at nedsive i den udstrækning, som det er antaget i nærværende projektbeskrivelse. Det kan vise sig i en detailprojektering eller ved efterfølgende overvågning af anlægget ved, at anlægget klogger helt eller delvist til. For projektet kan det derfor være nødvendigt med afværgeforanstaltninger, der kan træde i kraft ved en detailprojektering eller ved overvågning af anlægget.

Ved bassinet anbefales afværgeforanstaltningen at se ud som nedenstående princip, hvor der som udgangspunkt ikke er flow igennem vandbremsen. Der åbnes først op for flow gennem vandbremsen, hvis nedsivningsevnen falder til et uacceptabelt niveau eller det ved en detailprojektering viser sig, at nedsivning alligevel ikke er mulig. Derudover anbefales det, at der anlægges filtermuld i bunden af bassinet til rensning, så der ved en afværgeforanstaltning med fremtidig udledning til recipient, kan udledes rensat overfladevand.



Figur 8: Principsnit for opbygning af nedsivningsbassin med indbygget drænledning og vandbremse som nødløsning.

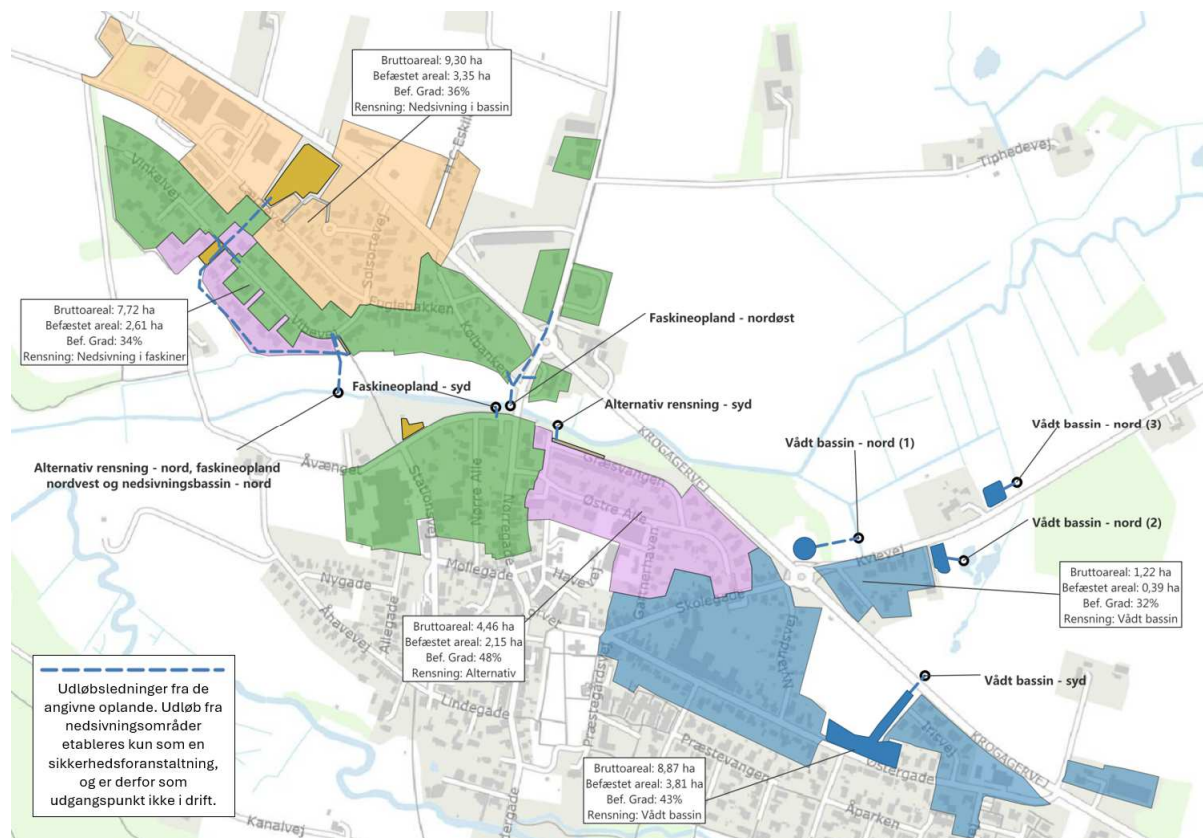
Ved faskinerne anbefales det, at der benyttes en lignende afværgeforanstaltning, hvor der anlægges drænledninger under faskinerne, så der ved en (mod forventning) fremtidig udledning til recipient stadig kan forsinkes i faskinerne, og volumenerne kan udnyttes opstrøms. Der vil ske rensning af overfladevandet ved nedsivning gennem jordmatricen til drænledningen, hvorfor udledningen også her må anses som rensat.



Figur 9: Principsnit for opbygning af faskineanlæg med indbyggede drænledninger som afværgeforanstaltning.

For at undgå tilklogning af nedslivningselementer, er det vigtigt med grundig og regelmæssig drift, hvorfor en drifts- og vedligeholdelsesvejledning skal udarbejdes og følges.

Nedenstående kort viser de planlagte udledningpunkter for hvert delopland.



Figur 10: Oversigtskort for placering af bassiner og udløb. Udløbsplaceringer er vist med sorte cirkler med angivelse af oplandet til udløbet. De tre vestligste udløb er samme placering som det eksisterende udløb fra overløb, og det forventes at udløbet kan genbruges. Udløb fra de våde bassiner og for Alternativ rensning - syd er nye udløb.

Såfremt det viser sig nødvendigt at udlede til recipient fra de arealer der er kortlagt som nedslivning på ovenstående kort, er det nødvendigt med nye/reviderede udledningstilladelser. Afværgeforanstaltningerne afhænger dermed af, at der kan opnås udledningstilladelse for de oplande der før afledte via nedslivning.

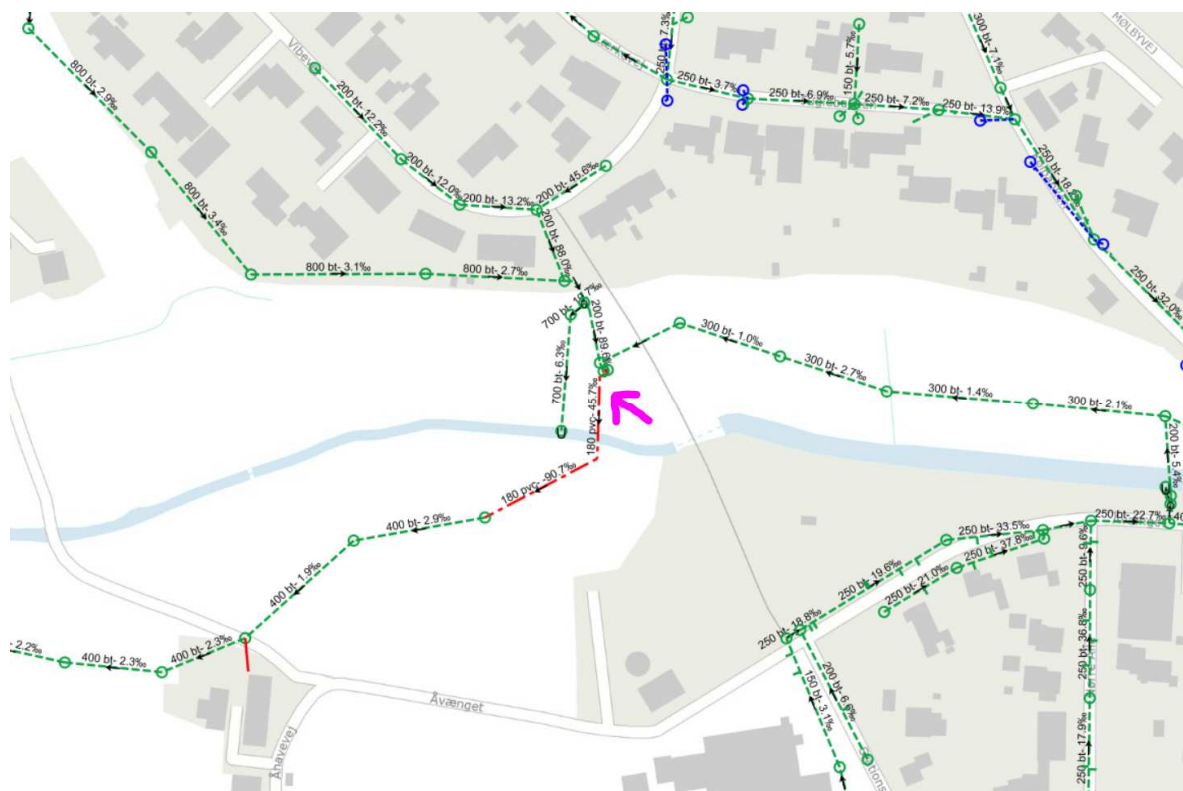
8. Bilag

8.1 Bilag 1 - Overslagsberegning af sparebassinvolumen

Det forudsættes, at der skal etableres et sparebassin-volumen, svarende til, at der må ske 1 overløb om året. Bassinvolumenet findes i SVKs Regionale Regnrækkeværktøj v2023. Der regnes med en reduktionsfaktor på 1,0 og en klimafaktor på 1,17.

Det befæstede areal er fundet i QGIS med input fra SCALGOs Arealdekke, hvor "Andet befæstet" i baghaver er fjernet fra befæstelseskortet. Der anvendes en afløbskoefficient på 0,8 for "Andet befæstet", mens bygninger og veje regnes med en afløbskoefficient på 1,0.

For at beregne et overslag for et samlet volumen i hele projektområdet, tages der udgangspunkt i en simplificeret beregning, hvor hele området antages at aflede til en afskærende ledning, som er den pumpeydelse, der ses ved nedenstående pumpestation:



Figur 11: Den estimerede pumpeydelse fra ovenstående pumpestation/trykledning anvendes til overslagsberegning af sparebassinvolumen for hele området.

Ledningsdimensionen er ca. 160 mm indvendig, hvilket ved en hastighed på 1 m/s giver en pumpeledning på 20,1 l/s. Der tælles 317 jordstykker i kloakoplandene. Ved et vandforbrug på 110 l/døgn/pe og 2,6 personer pr. bolig (gennemsnit for parcelhuse ifølge Danmarks Statistik), giver dette et spildevandsflow på 1,05 l/s. Derudover anvendes der en faktor på uvedkommende vand på 2,0, hvilket giver et samlet tørvejrflow på 3,15 l/s. Den afskærende ledningskapacitet sættes derfor til 17 l/s.

Regnkurve karakteristika					Bassindimensionering opstrøms udløb	
					<i>Oplandskarakteristika</i>	
Northing (WGS84 ZONE 32)	6173599				Befæstet areal (ha)	15,38
Easting (WGS84 ZONE 32)	484248				Hydrologisk reduktionsfaktor (-)	1
Årsmiddeldnedbør [mm]	888	Beregnes ud fra N og E koordinater			Afskærende lednings kapacitet (l/s)	17
Middelværdi ekstrem døgnnedbør DMI Klimagrid [mm/dag]	26,7	Beregnes ud fra N og E koordinater			BEMÆRK: Dit afløbstal er under 2 l/s/ha hvilket kan give problemer i forhold til gyldigheden af den regionale model	
Gentagelsesperiode (år)	1				NB. Frekvens- og operationel faktorer på regnen indgår ved beregning af bassinvolumen	
Operationel faktor (-)	1,17	Klimafaktorens andel af den operationelle faktor kan beregnes på fanen "Beregning af klimafaktor"				

Design regnkurve					Volumen af bassin	
Varighed (min)	Intensiteter (µm/s)	Spredning S(z _r) (µm/s)	Operationel faktor *	Udglattet tilpasning som grundlag for CDS regn f*z _r Regression (µm/s)		
2	22,04	0,77		25,78	26,23	
5	16,28	0,58		19,05	18,81	
10	11,84	0,46		13,85	13,36	

6140 m3			
Effekten af koblede regn ER inkluderet (20 % ekstra volumen)			
Tjek volumenkurven for at validere om de 20 % er fornuftigt		BEMÆRK: tømmetiden er meget lang	
Minimum tømmetid [timer]	>72	så bassinvolumenet er måske underestimeret, da bassinet kun meget sjældent vil tømmes helt.	

Figur 12: Overslagsberegning af sparebassinvolumen ved overløb 1 gang om året for hele projektområdet.

På offentlige arealer findes det ud fra en opgørelse i QGIS med input fra Scalgos Arealdække, at det er muligt at separere 4,31 ha befæstet areal ved en vejseparering.

Regnkurve karakteristika					Bassindimensionering opstrøms udløb	
					<i>Oplandskarakteristika</i>	
Northing (WGS84 ZONE 32)	6173599				Befæstet areal (ha)	11,07
Easting (WGS84 ZONE 32)	484248				Hydrologisk reduktionsfaktor (-)	1
Årsmiddeldnedbør [mm]	888	Beregnes ud fra N og E koordinater			Afskærende lednings kapacitet (l/s)	17
Middelværdi ekstrem døgnnedbør DMI Klimagrid [mm/dag]	26,7	Beregnes ud fra N og E koordinater			BEMÆRK: Dit afløbstal er under 2 l/s/ha hvilket kan give problemer i forhold til gyldigheden af den regionale model	
Gentagelsesperiode (år)	1				NB. Frekvens- og operationel faktorer på regnen indgår ved beregning af bassinvolumen	
Operationel faktor (-)	1,17	Klimafaktorens andel af den operationelle faktor kan beregnes på fanen "Beregning af klimafaktor"				

Design regnkurve					Volumen af bassin	
Varighed (min)	Intensiteter (µm/s)	Spredning S(z _r) (µm/s)	Operationel faktor *	Udglattet tilpasning som grundlag for CDS regn f*z _r Regression (µm/s)		
2	22,04	0,77		25,78	26,23	
5	16,28	0,58		19,05	18,81	
10	11,84	0,46		13,85	13,36	

3841 m3			
Effekten af koblede regn ER inkluderet (20 % ekstra volumen)			
Tjek volumenkurven for at validere om de 20 % er fornuftigt			
Minimum tømmetid [timer]	62,8		

Figur 13: Overslagsberegning af sparebassinvolumen ved overløb 1 gang om året for hele projektområdet efter vejseparering.

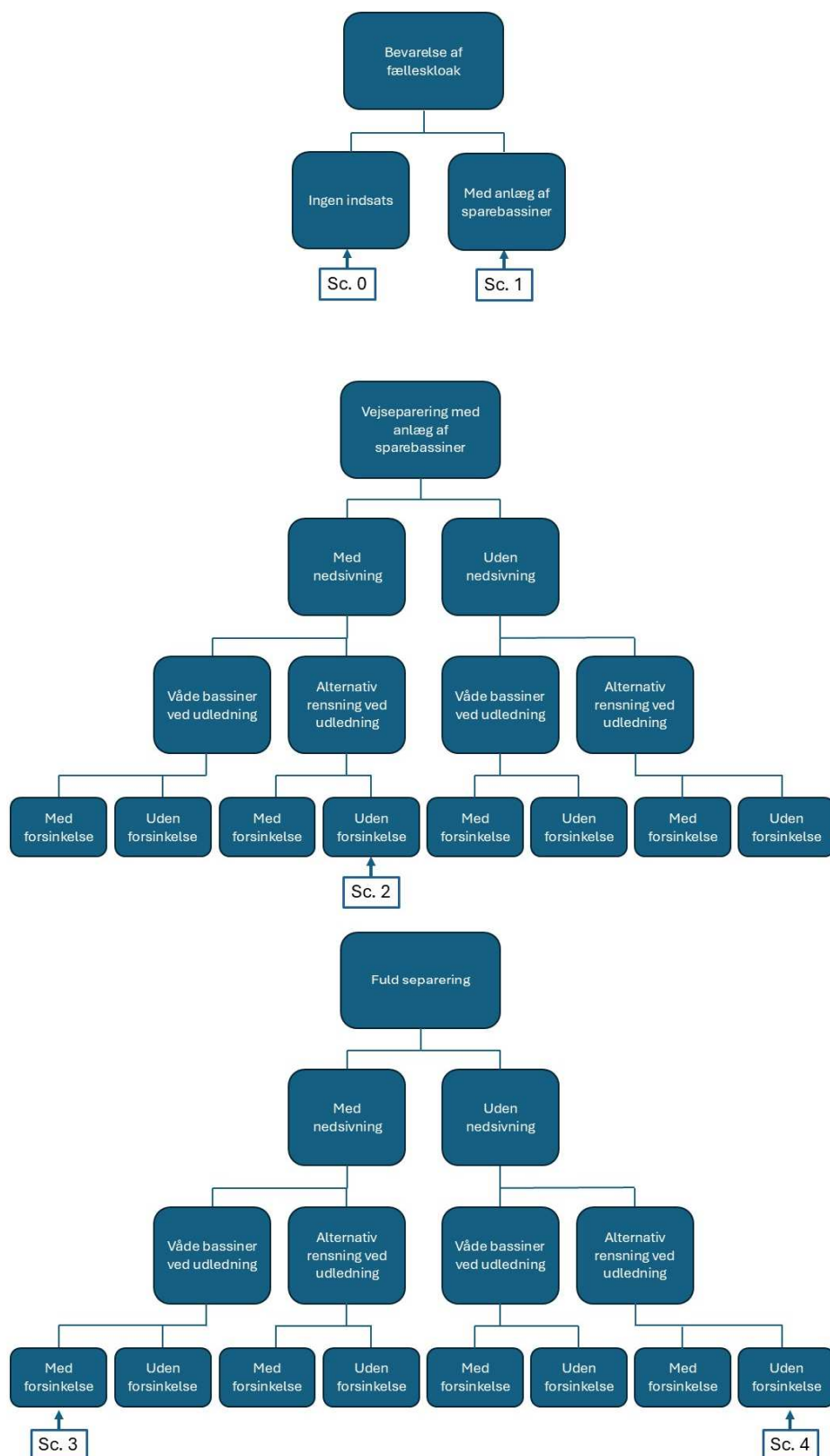
En yderligere overslagsberegning viser, at der forventes at der med og uden vejseparering forventes at ske en overløbsmængde på henholdsvis:

- 2.100 m³/år uden vejseparering
- 1.550 m³/år med vejseparering

Sparebassinvolumenet skal i praksis fordeles ud på alle overløbsbygværker, så der kun sker overløb 1 gang om året fra hvert overløbsbygværk.

Ved en evt. endelig dimensionering skal der laves LTS beregninger i en hydraulisk model for hvert overløb.

8.2 Bilag 2 - Beslutningstræ og valg af scenarier



8.3 Bilag 3 - Stofmængdeberegninger for scenarierne

Tabel 5: Estimeret afstrømning fra tag- og overfladevand i alt om året.

Årsnedbør	831	mm
Initialtab	150	mm
Netto nedbør	681	mm
Areal opmålt (status fælleskloak)	15,38	red. ha
Areal opmålt (fælleskloak efter vejseparering)	11,07	red. ha
Afstrømning (status fælleskloak)	104.738	m3
Afstrømning (fælleskloak efter vejseparering)	75.387	m3

Tabel 6: Følgende stofkoncentrationer anvendes til beregning af stofmængder.

	Sep. regnvand*	Rensegrad BAT (%)	Udløb BAT	Rensegrad 1/2 BAT (%)	Udløb 1/2 BAT	Fælles vand	Udløb fra RA
Total-P (mg/l)	0,3	70	0,09	35	0,2	2	0,5
BOD (mg/l)	6	30	4,2	15	5,1	30	3,5
Total-N (mg/l)	2	40	1,2	20	1,6	12	4
Total-Cu (myg/l)	9	75	2,3	37,5	5,6	16	2,6
Total-Zn (myg/l)	130	75	32,5	37,5	81,3	170	35

Tabel 7: Estimerede stofudledninger fra regnvand om året til recipient.

Det antages, at halvdelen af projektområdet kan nedsive. Nedsivning regnes ikke med som udledning til recipient.

Scenarie	0	1	2	3	4
Overløbsmængde [m ³ /år]	31.220	2.100	1.550	-	-
Udledt fra RA [m ³ /år]	73.518	102.638	73.837	-	-
Nedsivning [m ³ /år]	-	-	14.676	58.285	-
Udledt fra Sedipipe [m ³ /år]	-	-	14.676	17.800	104.738
Udledt fra BAT [m ³ /år]	-	-	-	28.631	-
Udledt P [kg/år]	99	56	43	6	21
Udledt BOD [kg/år]	1.194	422	380	211	534
Udledt N [kg/år]	669	436	337	63	168
Udledt Kobber [kg/år]	0,69	0,30	0,30	0,17	0,59
Udledt Zink [kg/år]	7,88	3,95	4,04	2,38	8,52
Reduktion ift. status - P [%]	-	44%	57%	94%	79%
Reduktion ift. status - BOD [%]	-	65%	68%	82%	55%
Reduktion ift. status - N [%]	-	35%	50%	91%	75%
Reduktion ift. status - Kobber [%]	-	56%	57%	76%	15%
Reduktion ift. status - Zink [%]	-	50%	49%	70%	-8%
Reduktion ift. status - Middel [%]	-	50%	56%	83%	43%

8.4 Bilag 4 - Geoteknisk rapport

Se nedenstående sider.

DIN Forsyning A/S
Att: Lene Jepsen
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N



INDLEDENDE GEOTEKNISK UNDERSØGELSE

Kloaksaneringsprojekt i Ansager

Sagsingeniør: SK
Kontrolleret og godkendt af: HH

Sag nr.: **23.6857.01**
Dato: 26-10-2023

Indhold

1	Resumé	3
2	Undersøgelsens grundlag og formål	4
2.1	Placering	4
2.2	Projektbeskrivelse	4
2.3	Formål	4
3	Undersøgelsens omfang	4
3.1	Feltarbejder	4
3.2	Laboratoriearbejder	4
4	Jordbundsforhold	4
5	Vandspejlsforhold	5
6	Udgravnings og anlægsforhold	6
6.1	Projekteringsgrundlag	6
6.2	Naboforhold	6
6.3	Vandsækning og dræning	6
6.4	Udførelse	7
6.5	Udgravningsskråninger	7
7	Nedsivningsforhold	7
8	Miljøforhold	8
9	Supplerende undersøgelser	9
9.1	Geotekniske undersøgelser og tilsyn	9
9.2	Materialekrav og kontrol	9
10	Projekteringsrapport	10

Bilag

Bilag 1	Situationsplan
Bilag 2 – 22	Boreprofiler
Bilag 23	Signaturforklaring
Appendiks 1	Sigteanalyser
Appendiks 2	Gennemsnit (k) for andre formler



1 Resumé

Der er den 31. august. – 14. september 2023 udført 21 geotekniske undersøgelsesboringer, til en indledende geoteknisk undersøgelse for kloaksaneringsprojekt og evt. nedsivning i Ansager.

Lægningsdybder for ledningerne er oplyst til ca. 1,0 m under den eksisterende ledningsdybde som er ca. 2,3 á 4,1 m.u.t.

Øverst er der ved undersøgelsen konstateret et fyldlag i form af blandet grus, sand, ler, muld og humus til niveauet 0,3 á 2,2 m.u.t. Under fyldaflejringer er der truffet varierende aflejringer, primært sand, ler og moræneler.

I borerne GB7, GB11, GB15 – GB17 fremstår ler/- og moræneleraflejringer partielt fra **ret fedt** til **meget fedt**.

Der er desuden udtaget storprøver til sigteanalyser for nedsivning.

Ved sigteanalyser på prøver fra borerne GB1 – GB15 er der konstateret permeabilitetskoefficienter (k) på mellem $0,2 - 9,1 \times 10^{-4}$ m/s.

Der er truffet gode forhold for nedsivning ved **GB8, GB10, GB12 og GB14**, idet permeabilitetskoefficienterne her er høje. Bemærk at de øverste lerlag i GB12 og GB14 samt fyld-lerlag i GB8 skal udsættes for gode forhold for nedsivning.

Det vurderes, at mindre gode forhold kan forventes ved borerne **GB5, GB6 og GB13** idet permeabilitetskoefficienterne ikke er ret høje grundet indhold af filler.

Ved boring **GB1– GB4, GB7, GB9, GB11, GB15** vurderes nedsivningsforholdene for begrænset egnede, idet sandaflejringer underlejres af ler/- og moræneleraflejringer, der i nedbørsperioderne kan/vil forårsage sekundært vandspejl som vil begrænse en evt. nedsivningsevne.

Ved borerne **GB16 – GB21** er der ikke udført sigteanalyse, idet de geologiske - og grundvandsforholdene her vurderes at være uegnede til nedsivning.

Forpligtelsen til at undgå skader som følge af anlægsarbejder er formuleret i Byggelovens §12, til hvilken der henvises.

En midlertidig grundvandssænkning/dræning vil på delarealer blive påkrævet i udgravningsfasen, idet der ved genpejling d. 20.09.2023 er truffet et frit vandspejl i niveauet op til 0,9 á 4,6 m.u.t., svarende til kote: +16,9 á +21,2 m. DVR90, som skal sammenholdes med forventede lægningsdybder af ledningerne.

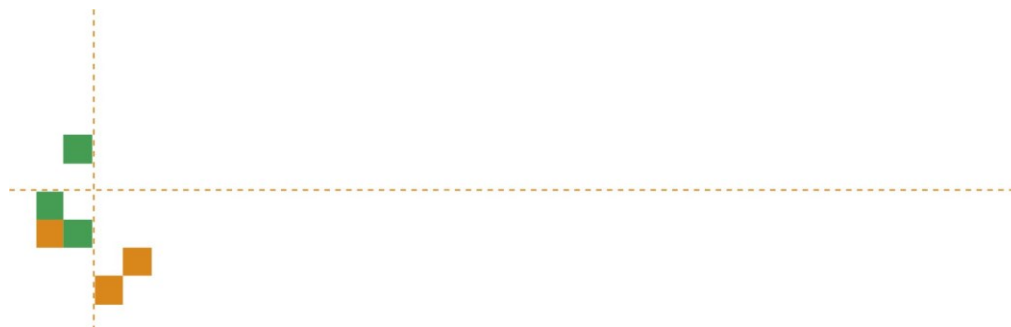
En midlertidig vandsænkning i anlægsfasen kan gennemføres med sugespidsanlæg i områdets sandaflejringer, imens den, i områdets leraflejringer, kan udføres med direkte lænsning.

Bemærk, at der kan være risiko for grundbrud når der graves under vandspejl i GB21, hvor impermeable lag (ler) underlejres af permeable lag (sand).

Vejarealer er omfattet af områdeklassificering, og kan som udgangspunkt forventes lettere forurenede.

Regulativ for lettere forurenede jord/områdeklassificering i kommunen skal overholdes.

I forbindelse med boreopgaven er der i de geotekniske borerne parallelt med udtagning af geologiske prøver udtaget prøver i rilsanposer og redcap glas til miljømæssig screening af øvre muld/fyldforekomster. De miljøtekniske undersøgelser udføres af Rambøll, og vil blive fremsendt i et separat notat.



2 Undersøgelsens grundlag og formål

2.1 Placering

Projektområdet er beliggende i 6823 Ansager by.

2.2 Projektbeskrivelse

Indledende geoteknisk undersøgelse i forbindelse med Kloaksaneringsprojekt, samt evt. nedsivning i Ansager by. Lægningsdybder for ledningerne er oplyst til ca. 1,0 m under den eksisterende ledningsdybde som er ca. 2,3 á 4,1 m.u.t. (oplyst den 23.10.2023).

2.3 Formål

Formålet med undersøgelsen er indledende at belyse jordbunds-, grundvands- og nedsivningsforholdene.

3 Undersøgelsens omfang

3.1 Feltarbejder

Der er den 31. august. – 14. september 2023 udført 21 geotekniske undersøgelsesboringer, benævnt GB1 – GB21 (6" tør), de er ført til 5,0 meter under terræn (m.u.t.). med prøveudtagning pr. halve meter, samt i mellemliggende afvigende jordlag.

Ligeledes er der udtaget storprøver til sigteanalyser.

Boringerne er alle afsluttet i senglaciale eller glacielle aflejringer.

Boringernes placering fremgår af vedlagte situationsplan, bilag nr. 1.

Koter er i Dansk Vertikal Reference (DVR90), koordinater i UTM32 fremgår af vedlagte boreprofiler.

I forbindelse med markarbejdets udførelse er der udført in situ forsøg i form af vingeforsøg (HVA, HVB, V5 og V4-dybdevinge), samt rammesondering (SPT rammesonde med lukket keglespids) for bestemmelse af aflejringerne styrkeegenskaber.

Boringerne er udbygget med et Ø25 mm PEL-pejlrør til niveauet 2,4 á 5,0 m.u.t.

3.2 Laboratoriearbejder

Der er efterfølgende udført jordartsbeskrivelse på hjemtagne prøver, ligesom der er udført vandindholdsbestemmelser på udvalgte prøver.

Resultaterne af de udførte in situ forsøg samt laboratoriearbejder er overført til boreprofiler, bilag 2 – 22.

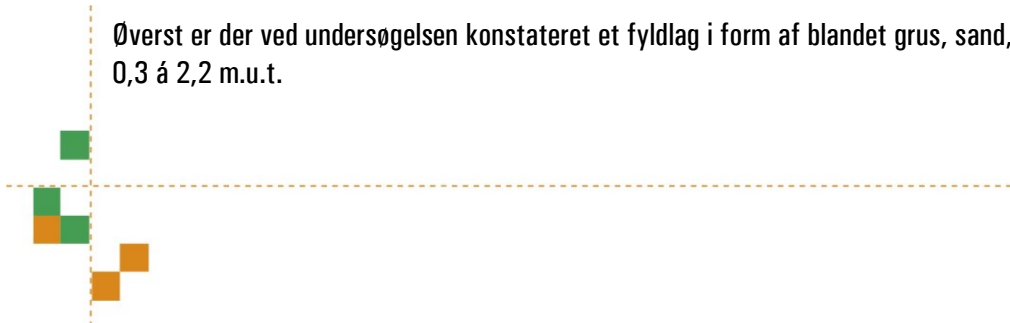
Der er udført sigteanalyser med henblik på nedsivningsevne i trufne sandaflejringer, resultater fremgår af vedlagt appendiks 1 og 2.

I GB3, GB10 og GB15 er der udført en vejledende sigteanalyse (prøverne indeholdt for lidt materiale grundet grus fraktion).

4 Jordbundsforhold

Området er beliggende på Varde Bakkeø, et morænelandskab dannet siden næstsidsidste istid.

Øverst er der ved undersøgelsen konstateret et fyldlag i form af blandet grus, sand, ler, muld og humus til niveauet 0,3 á 2,2 m.u.t.



Boring GB1 – GB4, GB7, GB9 – GB11, GB15, GB16 og GB18

Under fyldlaget er der truffet senglaciale sandaflejringer til niveauet 2,1 á 4,8 m.u.t. Herunder er der truffet senglaciale eller glacielle ler- og moræneleraflejringer til niveauet 4,3 á 5,0 m.u.t. (endte boredebyde GB1, GB3, GB4, GB7, GB9, GB10, GB15, GB16 og GB18). Nederst og til endte boredebyde er der i GB2 og GB11 fundet glacielt smeltevandssand.

Boring GB5, GB6, GB8, GB13, GB19 og GB20

Fra underside fyld er der truffet sand eller grus til endte boredebyde.

Boring GB12, GB14, GB17 og GB21

Under fyldlaget er der konstateret senglaciale flydejordsaflejringer vekslende mellem sandet ler og leret sand til niveauet 2,2 á 4,7 m.u.t. Herunder er der i GB12, GB14 og GB21 fundet senglaciale smeltevandssandaflejringer. Mens i GB17 er der truffet senglacielt ler aflejringer.

I boringerne GB7, GB11, GB15 – GB17 fremstår ler- og moræneleraflejringer partielt fra **ret fedt** til **meget fedt**.

For en detaljeret beskrivelse af påtrufne jordarter henvises der til de optegnede boreprofiler, bilag 2 – 22.

5 Vandspejlsforhold

Efter endte borearbejde samt ved genpejling er der konstateret et frit vandspejl i følgende niveauer:

Boring nr.: Forlænget	Terrænkote m. DVR90	Efter endte borearbejde		Genpejling d.20.09.2023		Kote til forventet gravedybde (ca.) m. DVR90
		Vandspejls-niveau m.u.t.	Vandspejls-kote meter DVR90	Vandspejls-niveau m.u.t.	Vandspejls-kote meter DVR90	
GB1	+23,3	2,5	+20,8	2,5	+20,8	+20,2
GB2	+23,6	TØR/5,0	TØR/+18,6	TØR/5,0	TØR/+18,6	+20,4
GB3	+21,7	2,1	+19,6	1,7	+20,0	+19,1
GB4	+22,2	2,4	+19,8	2,3	+19,9	+19,4
GB5	+23,7	2,4	+21,3	2,5	+21,2	+21,1
GB6	+24,5	4,4	+20,1	4,2	+20,3	+22,2
GB7	+23,8	TØR/3,8	TØR/+20,0	3,4	+20,4	+19,7
GB8	+20,5	3,7	+16,8	3,6	+16,9	+18,0
GB9	+22,3	3,7	+18,6	2,8	+19,5	
GB10	+24,0	TØR/4,9	TØR/+19,1	TØR/4,9	TØR/+19,1	+21,1
GB11	+24,0	TØR/2,7	TØR/+21,3	TØR/2,7	TØR/+21,3	+21,0
GB12	+20,5	3,9	+16,6	3,8	+16,7	+17,3
GB13	+23,1	TØR/5,0	TØR/+18,1	TØR/5,0	TØR/+18,1	+19,2
GB14	+22,5	2,9	+19,6	2,6	+19,9	+19,4
GB15	+23,0	TØR/2,4	TØR/+20,6	TØR/2,4	TØR/+20,6	+19,9
GB16	+23,0	TØR/5,0	TØR/+18,0	4,6	+18,4	+19,7
GB17	+23,1	TØR/4,6	TØR/+18,5	3,2	+19,9	+20,0
GB18	+21,7	2,6	+19,1	2,2	+19,5	+19,3
GB19	+20,4	1,4	+19,0	0,9	+19,5	+17,5
GB20	+20,0	1,7	+18,3	1,2	+18,8	+17,0
GB21	+22,1	3,5	+18,6	2,2	+19,9	+19,0

Vandspejlet er nedbørs og årstidsafhængigt, det vurderes, at vandspejlet kan variere $\pm 0,5$ meter ved normale årstidsudsving, men at vandspejlet kan forekomme endnu højere ved ekstraordinære udsving.

Sekundært vandspejl (overfladevand/infiltrationsvand) kan/vil forekomme, hvor der er truffet leraflejringer, i forbindelse med nedbørsperioder.

Det anbefales at der udføres en kontrolpejling forud for anlægsarbejder i de etablerede pejlør.

6 Udgravnings og anlægsforhold

6.1 Projekteringsgrundlag

På baggrund af den udførte undersøgelse kan projektet behandles i geoteknisk kategori 2.

6.2 Naboforhold

Forpligtelsen til at undgå skader som følge af anlægsarbejder er formuleret i Byggelovens §12, til hvilken der henvises. Naboer skal som minimum skriftligt varskos 14 dage forud (vi anbefaler 2 måneder).

Det tilrådes at besigtige alle omkringliggende huse og konstruktioner, inden anlægsarbejder opstartes. Formålet med besigtigelsen er dels at tilvejebringe et dokumentationsmateriale (fotos, opmåling, nivellementer etc.) over alle eksisterende bygningsskader. Dels at vurdere behovet for nødvendige tiltag til sikring af eksisterende bebyggelser og konstruktioner.

Forhold/grænseflader til eksisterende (blivende) konstruktioner skal overholdes. Eventuelt svagt funderede områdenære bebyggelser skal tilgodeses i udførelsesfasen.

En eventuel dræning/vandsenkning skal minimeres i såvel tid som i omfang.

Valg af komprimeringsmateriel skal ligeledes foregå under hensyntagen til eventuelt svagt funderede nabobebyggelser.

6.3 Vandsenkning og dræning

En midlertidig grundvandssenkning/dræning vil på delarealer blive påkrævet i udgravningsfasen, idet der ved genpejling d. 20.09.2023 er truffet et frit vandspejl i niveauet op til 0,9 á 4,6 m.u.t., svarende til kote: +16,9 á +21,2 m. DVR90, som skal sammenholdes med forventede lægningsdybder af ledningerne.

Vandspejlet er nedbørs og årstidsafhængigt, det vurderes, at vandspejlet kan variere $\pm 0,5$ meter ved normale årstidsudsving, men at vandspejlet kan forekomme endnu højere ved ekstraordinære udsving. Sekundære vandspejl (overfladevand/infiltrationsvand) kan/vil evt. forekomme i områder med påtrufne leraflejringer i forbindelse med nedbørsperioder.

Det anbefales, at der udføres en kontrolpejling forud for anlægsarbejder i de etablerede pejlør.

En midlertidig vandsenkning i anlægsfasen kan gennemføres med sugespidsanlæg i områdets sandaflejringer, imens den, i områdets leraflejringer, kan udføres med direkte lænsning.

Tillige bør den midlertidige grundvandssenkning minimeres i såvel tid som i omfang.

Bemærk, at der kan være risiko for grundbrud når der graves under vandspejl i GB21, hvor impermeable lag (ler) underlejres af permeable lag (sand).

Udgravningsdybden under grundvandsspejlet skal være mindre end lagtykkelsen af det tilbageværende lerlag, for at der er ligevægt, jf. SBI-anvisning nr. 231 Fundering af mindre bygninger. 1. udgave 2011. afsnit 8.3.1, figur 28. Hvor dette ikke er tilfældet, skal der etableres vandsenkning i det underliggende sandlag.

6.4 Udførelse

Kloakkonstruktioner skal sikres mod opdrift.

I påtrufne humusholdige sandaflejringer, samt fede leraflejringer, vil der være risiko for moderate sætninger, og det anbefales her at ledningerne **ikke** ligges med minimums fald.

Ved en genindbygning af delområdets leraflejringer ved kloakeringsarbejder, anbefales opgravet materiale genindbygget samme dag som optagningen foretages (for en bibeholdelse af det naturlige vandindhold).

Ved tilfyldning/opfyldning med friktionsjord i kohæsive aflejringer anbefaler vi af hensyn til risiko for afdræning/materialevandring af tilstødende kohæsionsjord, at der udføres "skot"/barriere af kohæsionsjord pr. maksimum 50 meter. Anlægsfasen bør udføres under gunstige vejrforhold med ringe nedbørsmængder, samt med en tidsmæssig minimering.

6.5 Udgravningsskrånninger

Vurderet minimum skråningsanlæg for den midlertidige udgravning i forbindelse med kloakering (ved udgravning af kortere varighed dvs. højst $\frac{1}{2}$ - 1 måned):

Gravedybde indtil 1,5 meter:

Fyld	a = 1,5
Friktionsjord (sand)	a = 0,8
Kohæsionsjord (ler/silt)	a = 1,0

Gravedybde indtil 2,5 meter:

Fyld	a = 1,5
Friktionsjord (sand)	a = 0,9
Kohæsionsjord (ler)	a = 1,0

Gravedybde indtil 5,0 meter:

Friktionsjord (sand)	a = 1,0
Kohæsionsjord (ler, fedt)	a = 1,5
Kohæsionsjord (ler)	a = 0,7

Gravekasser og/eller spuns kan på delarealer, af hensyn til eksisterende bebyggelser og konstruktioner eller for minimering af afgravningsmængden, være påkrævet (midlertidig grundvandssenkning vil være påkrævet ved udgravning under GVS).

7 Nedsivningsforhold

Der er i forbindelse med aktuelle borearbejde udtaget storprøver til sigteanalyse, for vurdering af nedsivningsforhold. I skemaet ses i hvilke boringer og niveauer der er udført sigteanalyser og angivelse af permeabilitetskoefficienten.

Boring nr.	Dybde (m.u.t.)	Permeabilitetskoefficienten skønsformel ($K = 0,01 \cdot d_{10}^2$) i henhold til DS 436	Gennemsnit Permeabilitetskoefficienten (km/s) for andre formler (se appendiks 2)
GB1	1,5 – 2,0	$2,7 \times 10^{-4}$ m/s	$2,8 \times 10^{-4}$ m/s
GB2	1,5 – 2,0	$2,8 \times 10^{-4}$ m/s	$3,0 \times 10^{-4}$ m/s
GB3	2,5	$2,3 \times 10^{-4}$ m/s	$1,7 \times 10^{-4}$ m/s
GB4	1,0 – 1,5	Beregnes ikke	$0,6 \times 10^{-4}$ m/s
	2,0 – 2,5	Beregnes ikke	$0,4 \times 10^{-4}$ m/s

Boring nr.	Dybde (m.u.t.)	Permeabilitetskoefficienten skønsformel ($K = 0,01 * d_{10}^2$) i henhold til DS 436	Gennemsnit Permeabilitetskoefficienten (km/s) for andre formler (se appendiks 2)
GB5	1,5	$2,6 \times 10^{-4}$ m/s	$2,8 \times 10^{-4}$ m/s
	2,0 – 2,5	Beregnes ikke	$0,4 \times 10^{-4}$ m/s
GB6	2,5 – 3,5	Beregnes ikke	$0,2 \times 10^{-4}$ m/s
GB7	1,5 – 2,0	Beregnes ikke	$0,2 \times 10^{-4}$ m/s
	2,5 – 3,0	Beregnes ikke	$0,2 \times 10^{-4}$ m/s
GB8	2,5 – 3,0	$6,9 \times 10^{-4}$ m/s	$7,9 \times 10^{-4}$ m/s
GB9	1,5 – 2,0	Beregnes ikke	$0,5 \times 10^{-4}$ m/s
GB10	2,0	$7,8 \times 10^{-4}$ m/s	$9,1 \times 10^{-4}$ m/s
	2,5	$6,5 \times 10^{-4}$ m/s	$5,6 \times 10^{-4}$ m/s
	3,5 – 4,0	Beregnes ikke	$0,3 \times 10^{-4}$ m/s
GB11	1,0 – 1,5	$0,4 \times 10^{-4}$ m/s	$0,5 \times 10^{-4}$ m/s
GB12	3,0 – 3,5	$6,7 \times 10^{-4}$ m/s	$7,0 \times 10^{-4}$ m/s
GB13	1,5 – 2,0	$3,8 \times 10^{-4}$ m/s	$4,4 \times 10^{-4}$ m/s
	3,0 – 4,0	Beregnes ikke	$0,2 \times 10^{-4}$ m/s
GB14	2,5 – 3,0	$1,9 \times 10^{-4}$ m/s	$2,0 \times 10^{-4}$ m/s
GB15	1,0 – 1,5	$0,4 \times 10^{-4}$ m/s	$0,5 \times 10^{-4}$ m/s

Der er generelt truffet varierende forhold for nedsivning, i det der ved sigteanalyser er konstateret permeabilitetskoefficienter (k) på $0,2 - 9,1 \times 10^{-4}$ m/s.

Ligeledes er der partielt truffet geologiske forhold der gør nedsivningsforholdene gode, mindre gode eller ikke egnet.

Forhold som ved, **GB8**, **GB10**, **GB12** og **GB14**, kan betragtes som gode forhold for nedsivning, idet permeabilitetskoefficienterne er høje. Bemærk at de øverste lerlag i GB12 og GB14 samt fyld-lerlag i GB8 skal udsættes for gode forhold for nedsivning.

Det vurderes, at mindre gode forhold kan forventes ved borerne **GB5**, **GB6** og **GB13** idet permeabilitetskoefficienterne ikke er ret høje grundet indhold af filler.

Ved boring **GB1 – GB4**, **GB7**, **GB9**, **GB11**, **GB15** vurderes nedsivningsforholdene for begrænset egnet, idet sandaflejringer underlejres af ler/- og moræneleraflejringer, der i nedbørsperioderne kan/vil forårsage sekundært vandspejl som vil begrænse en evt. nedsivningsevne.

Ved borerne **GB16 – GB21** er der ikke udført sigteanalyse, idet de geologiske - og grundvandsforholdene her vurderes at være uegnet til nedsivning.

Resultaterne af sigteanalyserne fremgår af vedlagte appendiks 1 og 2.

For dimensionering henvises i øvrigt til BK anvisning 001, 5.udgave – 2012, Spildevandsanlæg i det åbne land, samt beregning af faskiner til tag- og overfladevand ”for udregning af faskine størrelsen” eller Rørcenter-anvisning 009, 1. udgave, 2. oplag – 2012, ”Nedsivning af regnvand i faskiner”.

8 Miljøforhold

Vejarealer er omfattet af områdeklassificering, og kan som udgangspunkt forventes lettere forurenede. Regulativ for lettere forurenede jord/områdeklassificering i kommunen skal overholdes.

I forbindelse med boreopgaven er der i de geotekniske borer parallelt med udtagning af geologiske prøver udtaget prøver i rilsanposer og redcap glas til miljømæssig screening af øvre muld/fyldforekomster. De miljøtekniske undersøgelser udføres af Rambøll, og vil blive fremsendt i et separat notat.

9 Supplerende undersøgelser

Undersøgelsen er indledende, hvorfor det ved det endelige projekt vil blive nødvendigt med supplerende borer.

9.1 Geotekniske undersøgelser og tilsyn

I henhold til Eurocode DS/EN 1997-2 skal der, af en geoteknisk fagkyndig, udføres en udgravningskontrol til sikring af, at der overalt er udgravet til bæredygtige aflejringer.

9.2 Materialekrav og kontrol

Sand- og grusmateriale anvendt til opfyldning bør være bundsikringsgrus/-sand kvalitet 2 (jf. DS/EN 13285) med et uensformighedstal $U_{60/10} > 2,5$.

Tilført stabilgrus bør som minimum opfylde betingelserne for stabilgrus kvalitet 2 (jf. DS/EN 13285).

Indhold af uknuste partikler (runde korn) må højst være 70 %. Indhold af lersten må højst være 1,2 %.

Methylenblåt (MB) skal for bundsikringsmaterialer bestemmes hvis der er mere end 3 % filler (mindre end 0,063 mm). For stabilt grus skal MB værdien altid bestemmes. MB værdien skal være mindre end eller lig med 3 (≤ 3) for en bundsikringsgrus/-sand kvalitet 2 og stabilgrus kvalitet 2.

Grus/-sandopfyldninger opbygges i lag a' 20 – 30 centimeter og sikres komprimeret til en komprimeringsgrad som beskrevet i tabellen herunder.

Anbefalede komprimeringskrav for Stabilt grus (SG), Bundsikring (BS) og genindbygget råjord (GR):

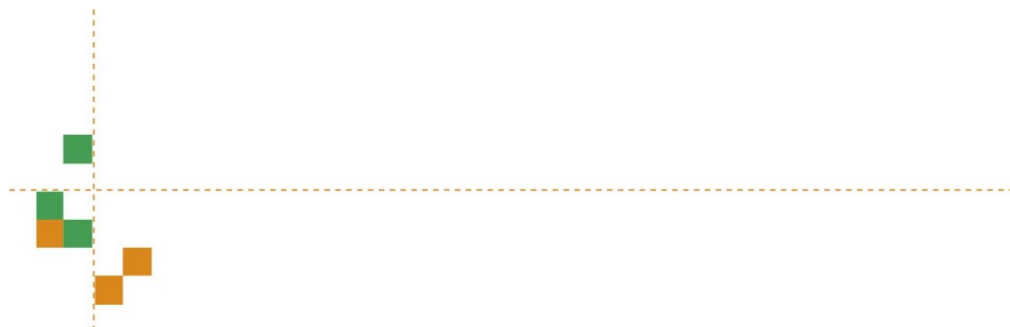
Indhold af partikler over 16 mm %	Kontrolregel ved Gennemsnit/mindsteværdi				Kontrol ved statistisk bedømmelse	
	St. proctor*		Vibration		St. Proctor*	Vibration
	Gnm. %	Min. %	Gnm. %	Min. %	K %	K %
GR < 10	> 100	97	> 95	92	97	92
BS			> 95	92		92
SG			> 95	92		92

*Uden korrektion for indhold af partikler over 16 mm.

- Standard Proctor bør (må) kun anvendes ved genindbygget råjord bestående af silt/- ler med et indhold mindre end 10% af partikler over 16 mm.
- Som reference ved tilført sand/- og grus og genindbygget sand bør (skal) der anvendes vibrationsindstampning.

Markdensitet kun isotopsonde.

Der bør udføres 5 isotopmålinger pr. 0,6 meter sandopfyldning (pr. kontrolafsnit med tilhørende reference for kontrolafsnit), dog minimum 5 isotopmålinger pr. 500 m³ indbygget grus-/sandfyld.



10 Projekteringsrapport

Der skal udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport, som samler den geotekniske projektering – herunder forudsætninger, parametre, beregninger og resultater, jfr. EC 7, del 1, afsnit 2.8.

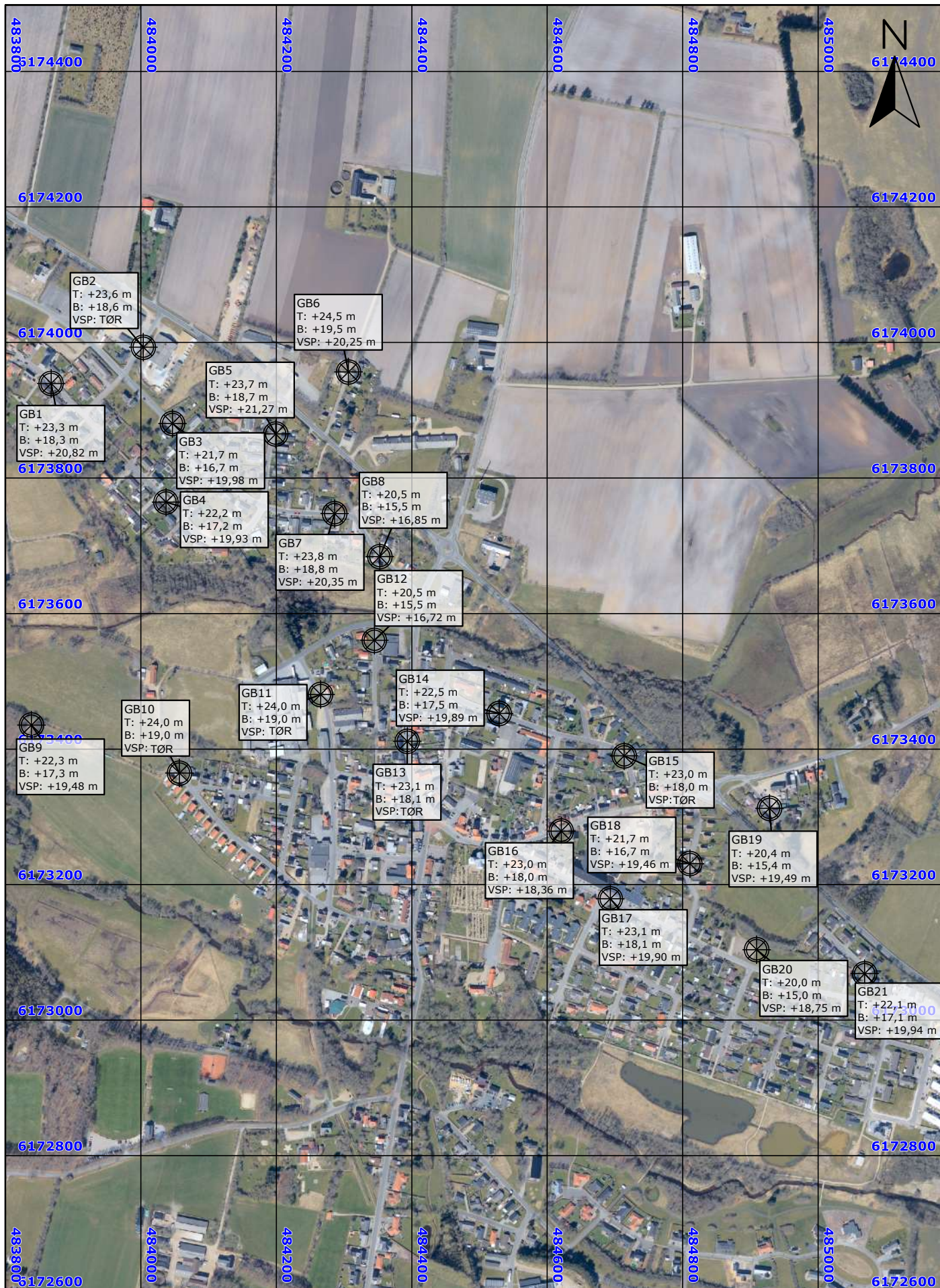
Projekteringsrapporten skal desuden indeholde en plan for kontrol, overvågning og vedligeholdelse.

Nærværende geotekniske undersøgelsesrapport er indledende, idet projektet er i forstadiet, hvorfor det ved det endelige projekt vil blive nødvendigt med supplerende boringer (og stedvist dybere boringer).

Nærværende geotekniske undersøgelsesrapport vil ikke alene kunne danner grundlag for den geotekniske projekteringsrapport.

De optagne jordprøver bortkastes, med mindre at andet aftales, 1 måned fra dags dato.





Projekt: 23.6857.01

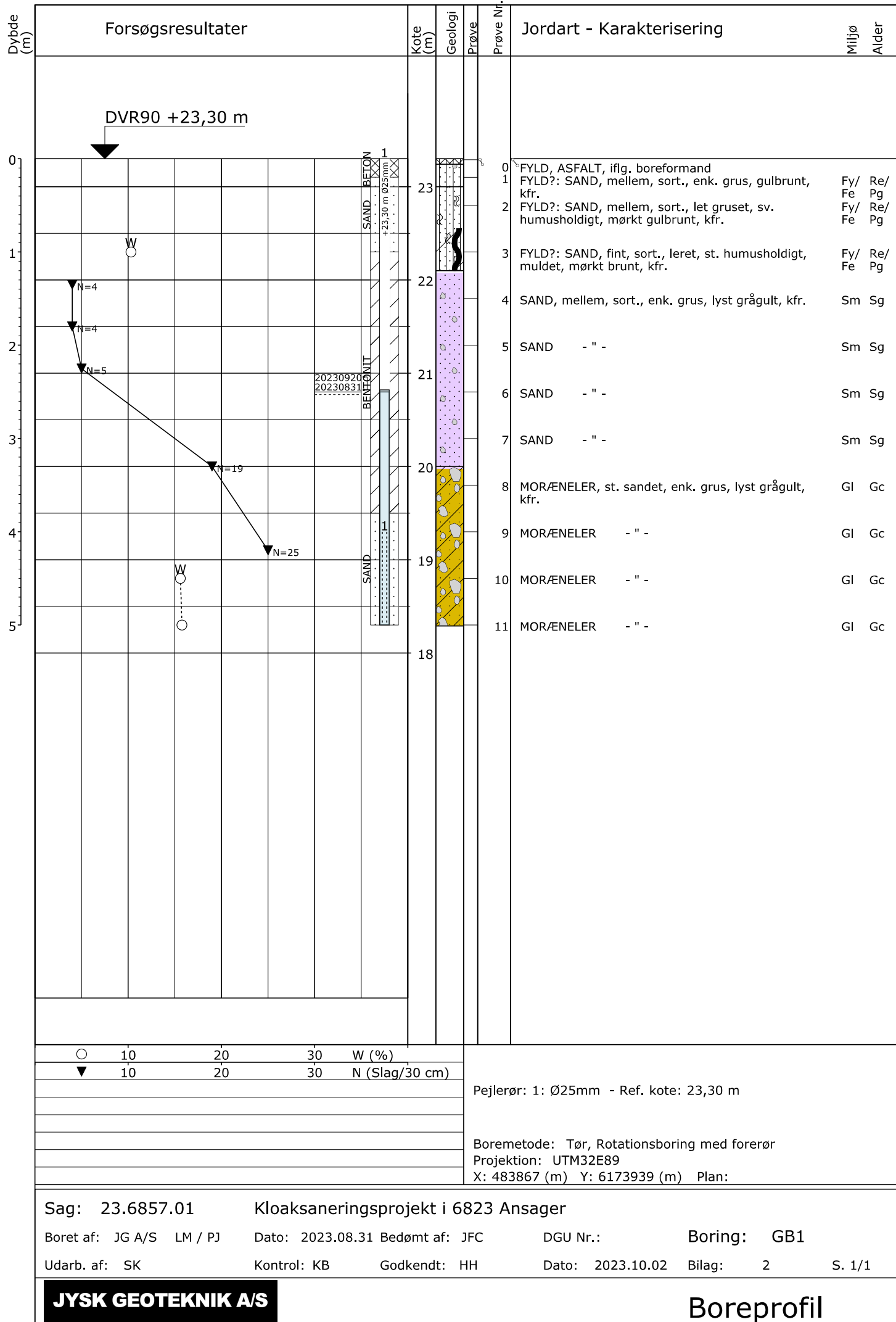
Kloaksaneringsprojekt i 6823 Ansager

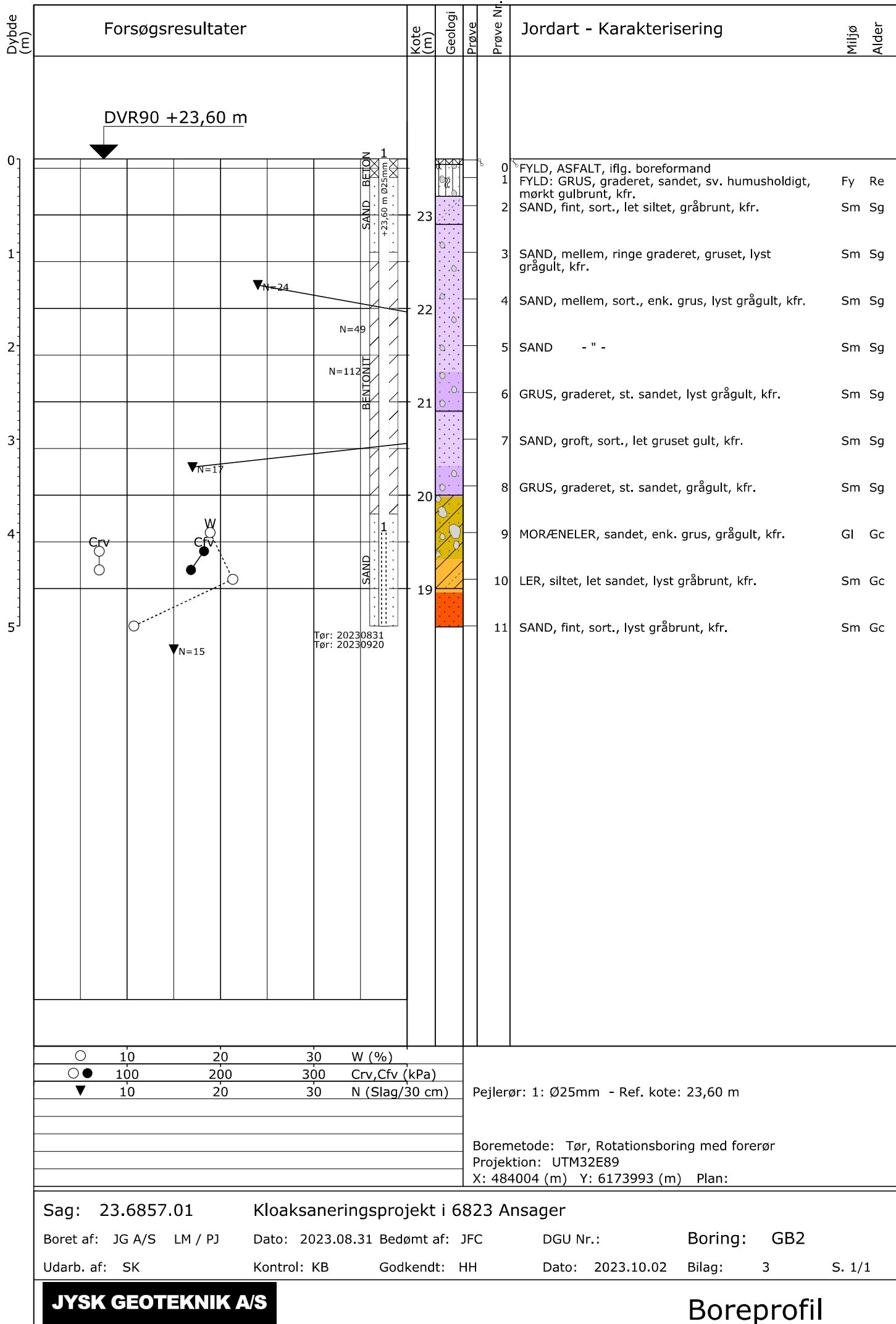
Skala: 1:7500

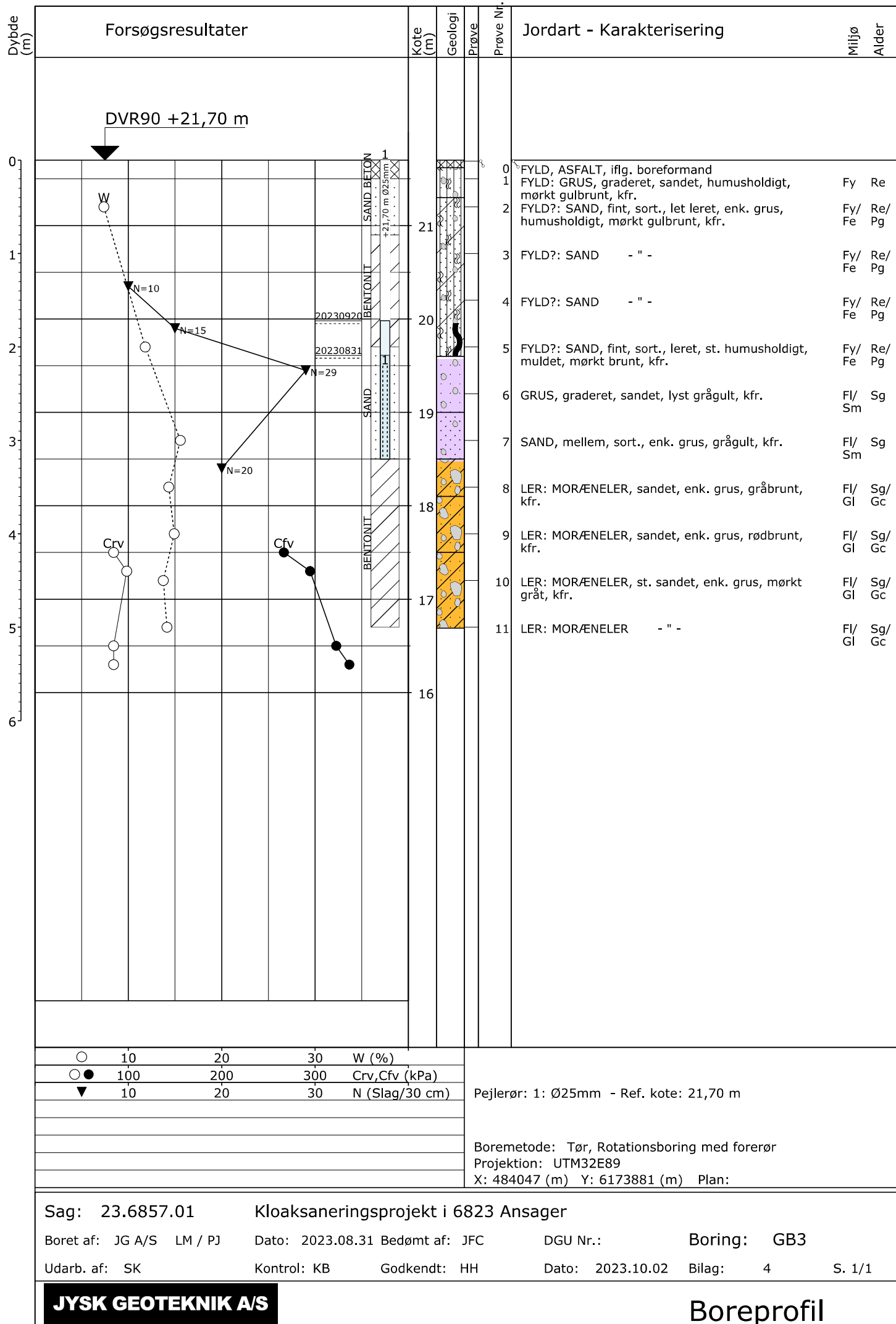
Bilag: 1

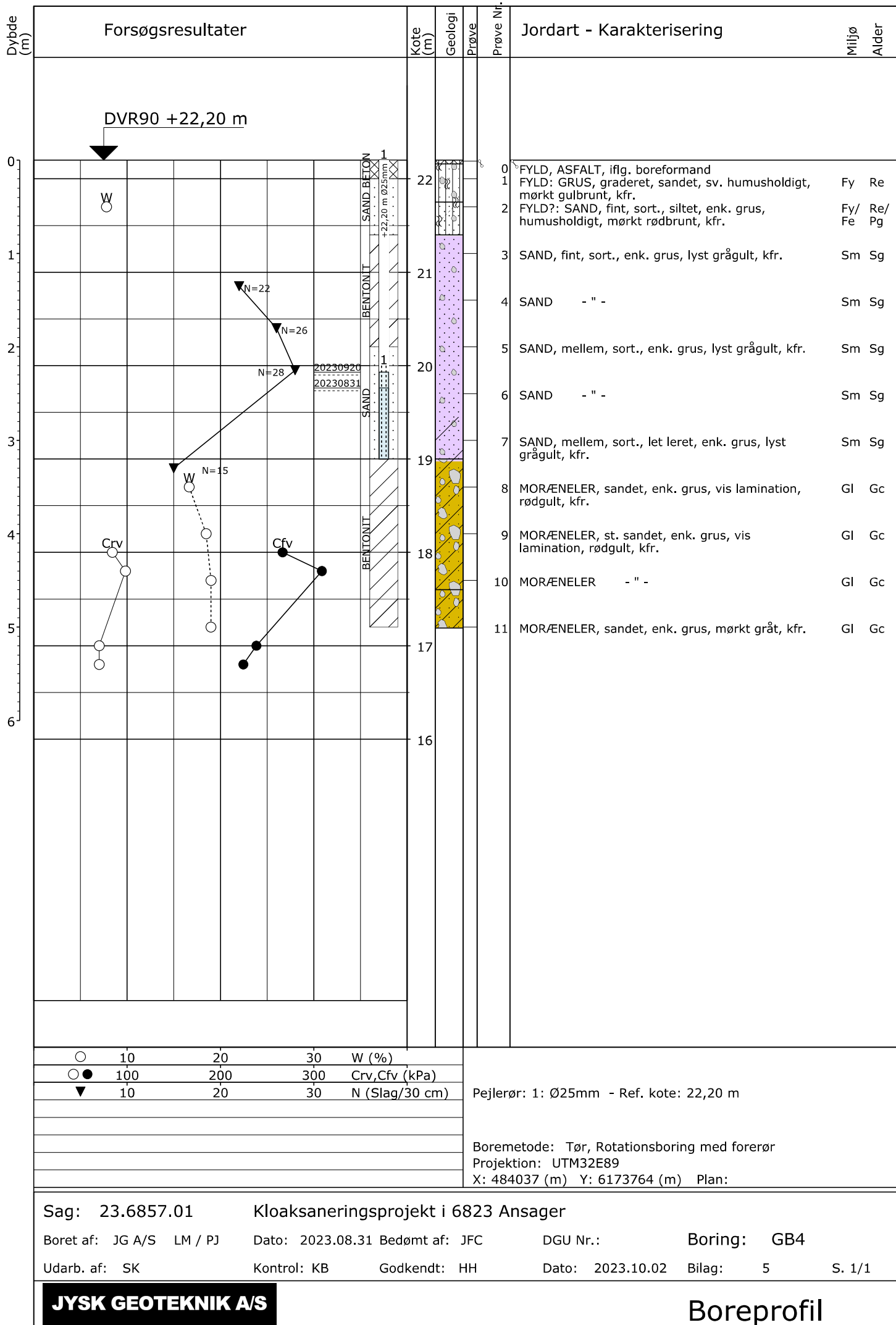
JYSK GEOTEKNIK A/S

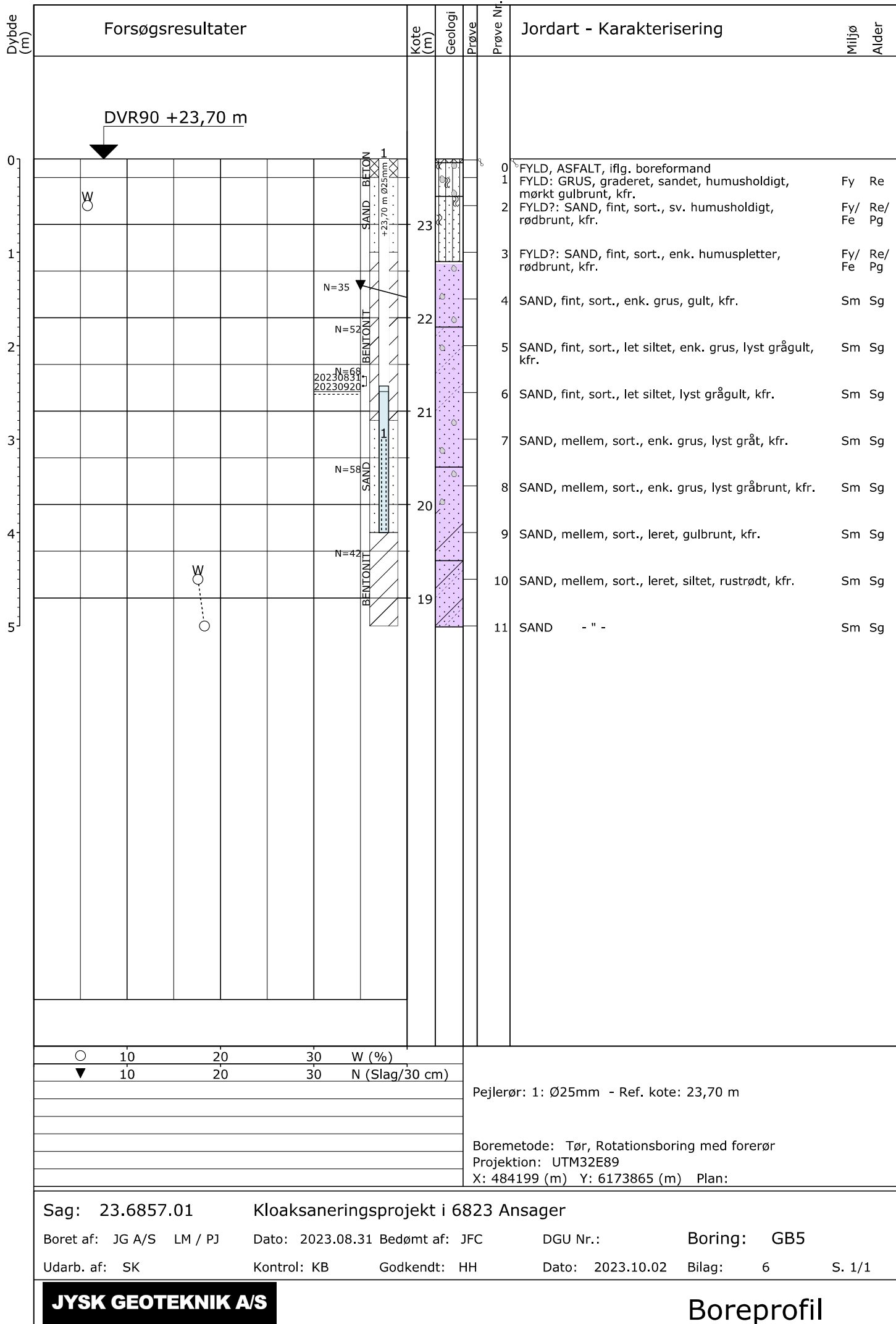
Plan

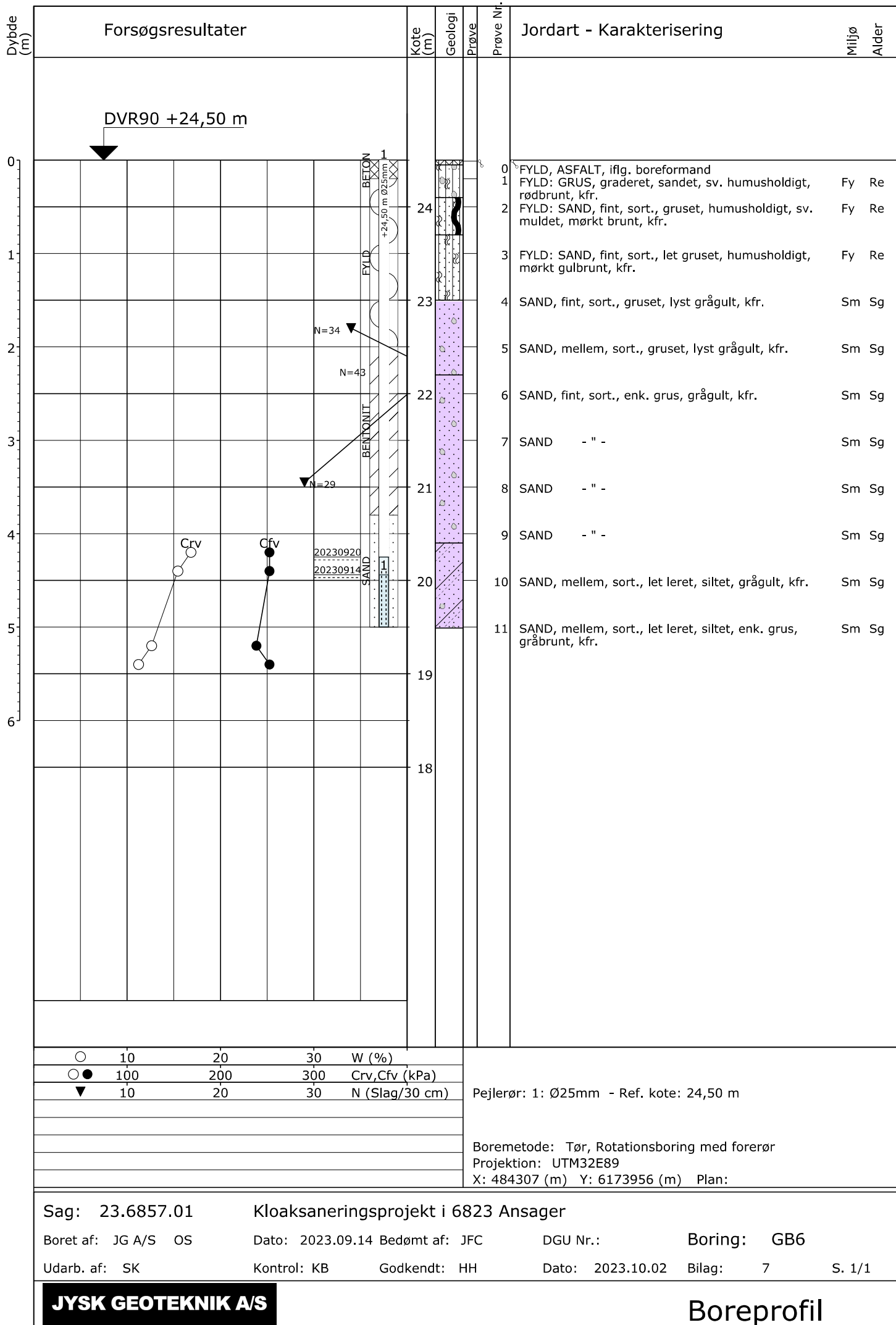


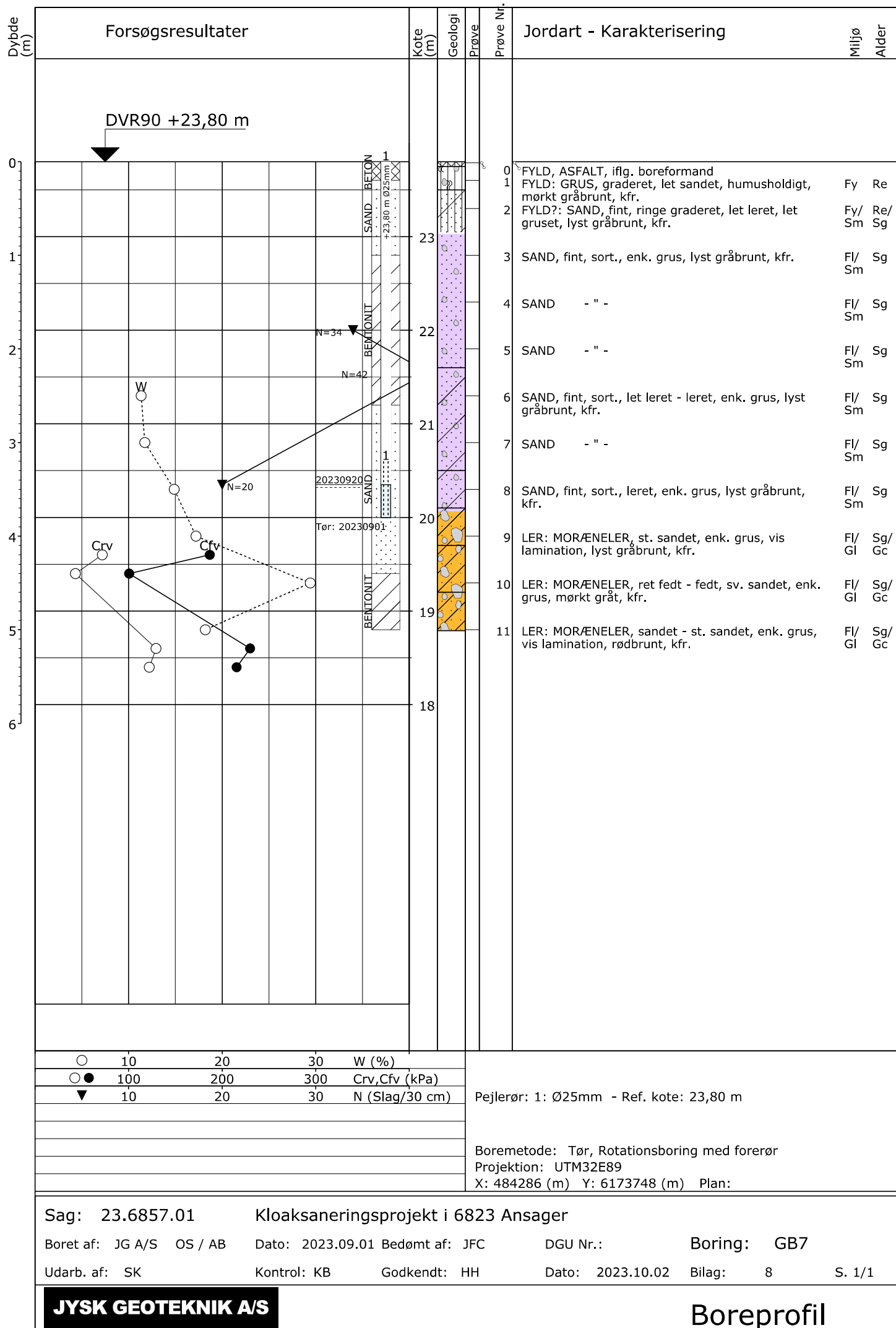


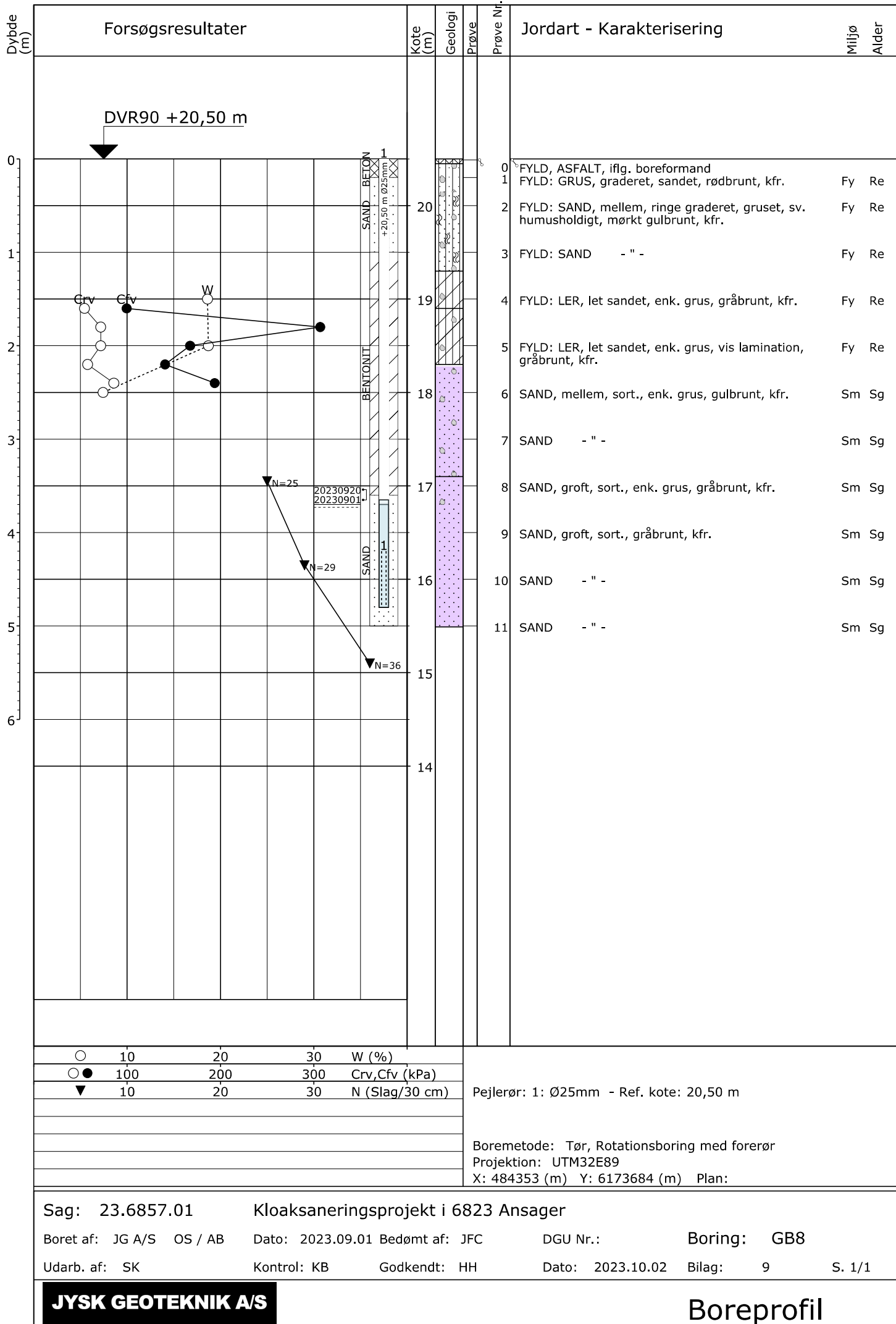


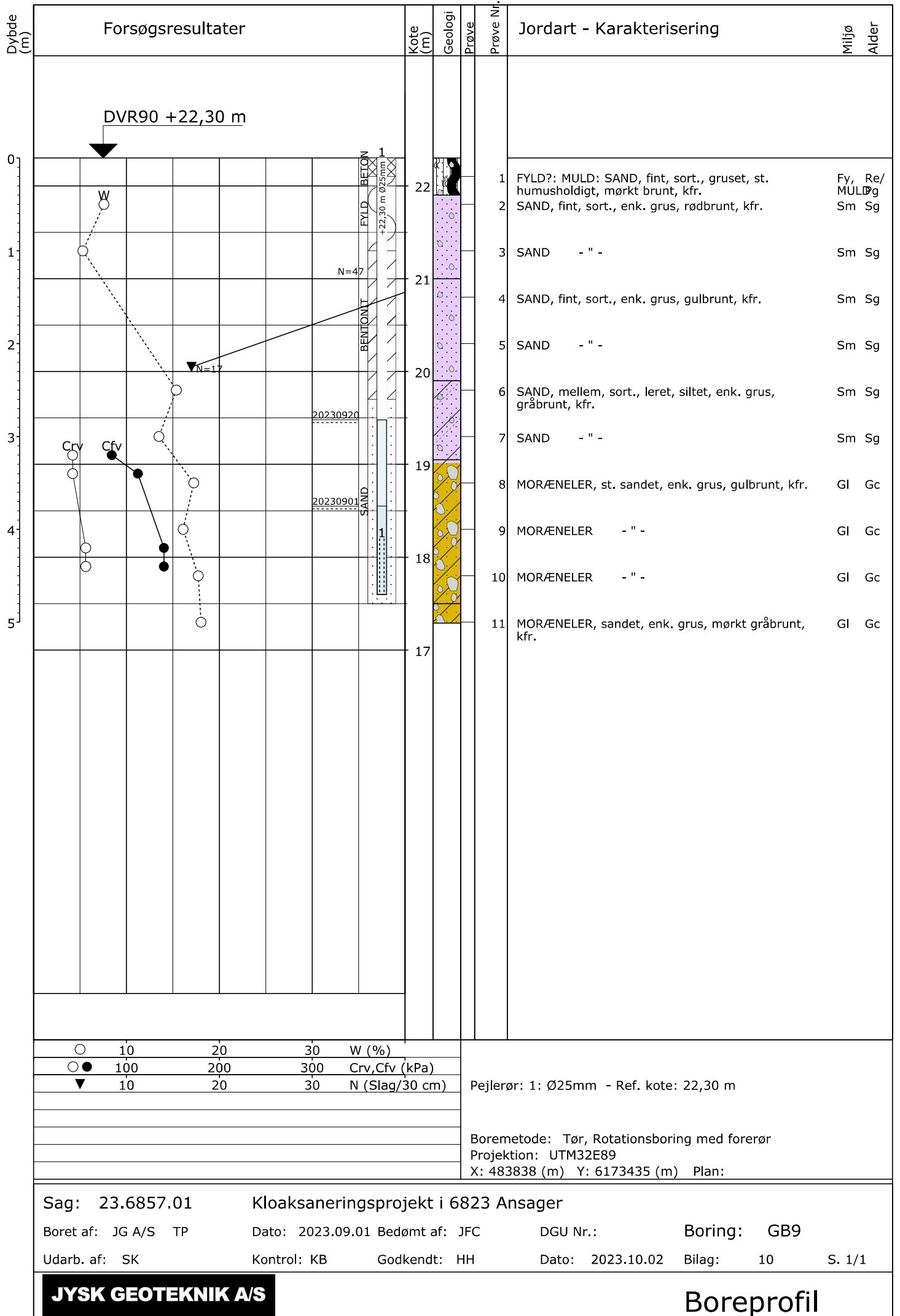


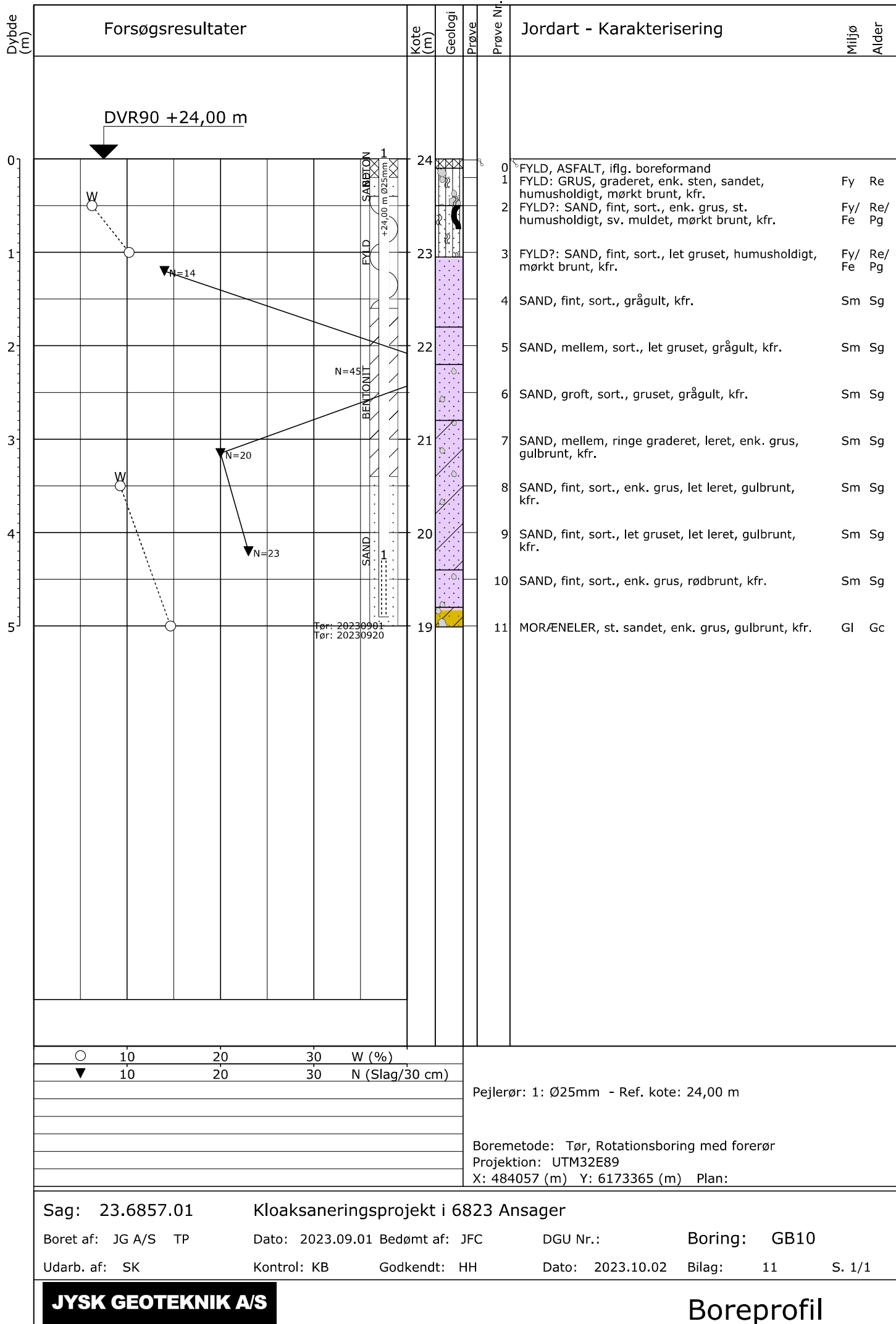


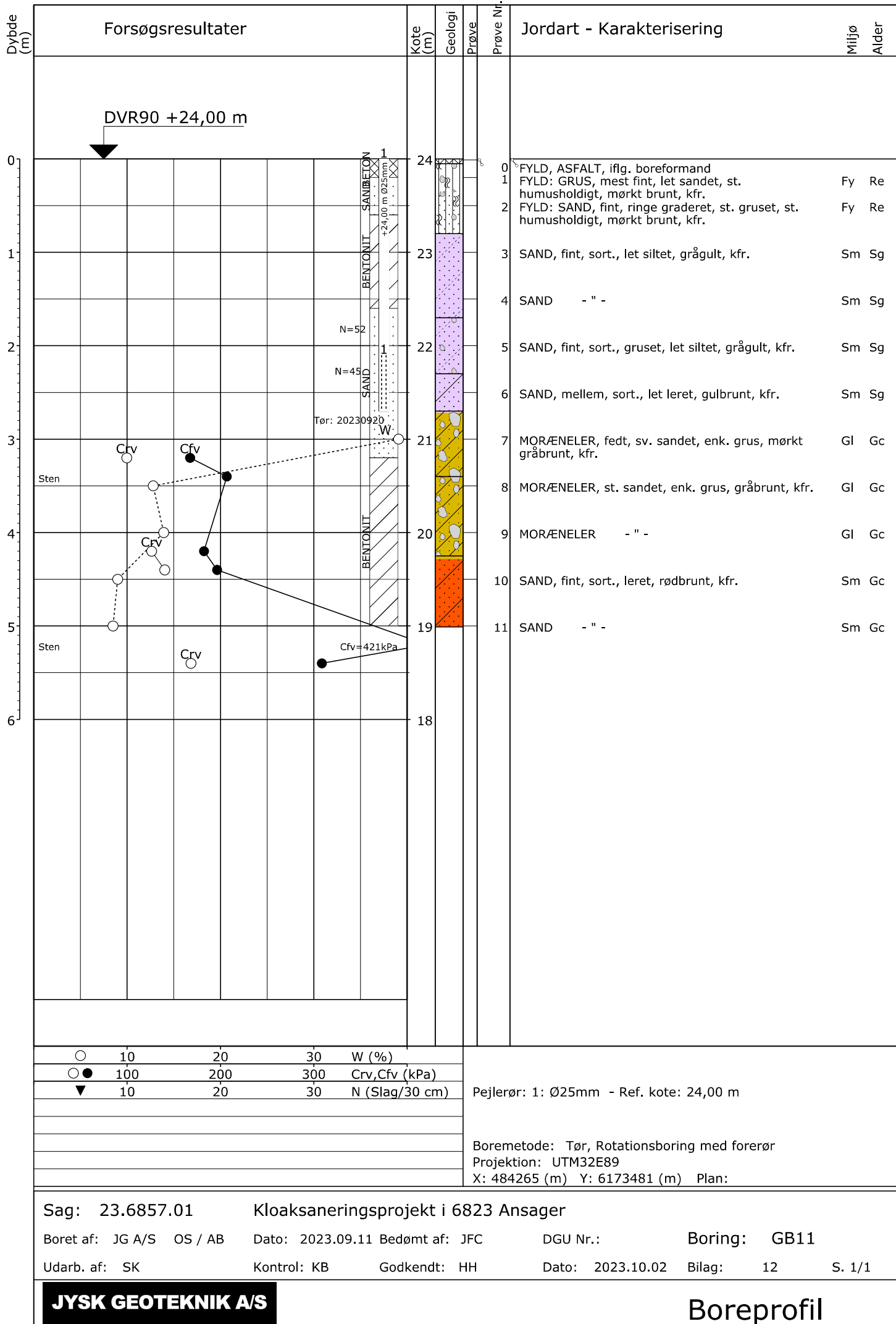


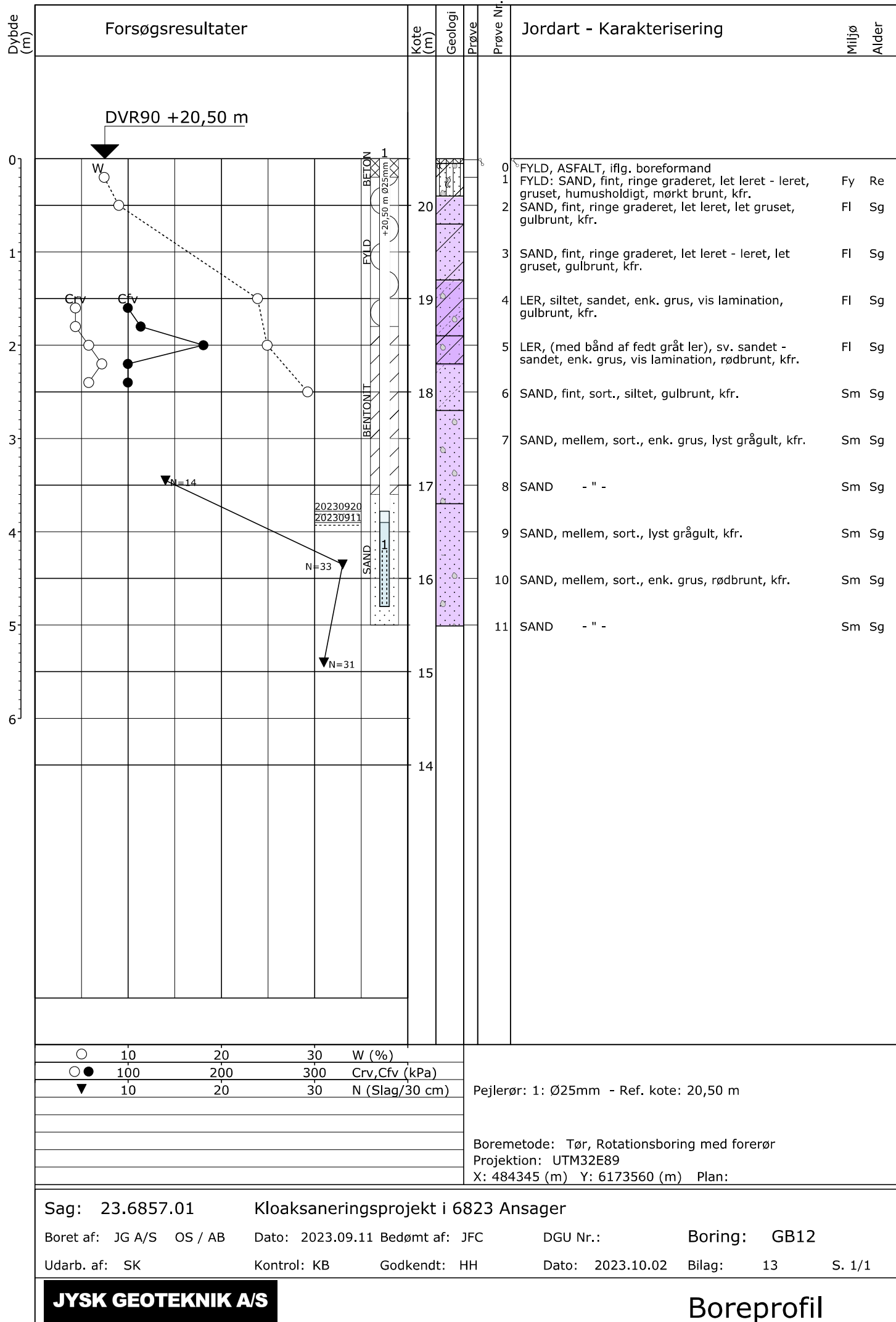


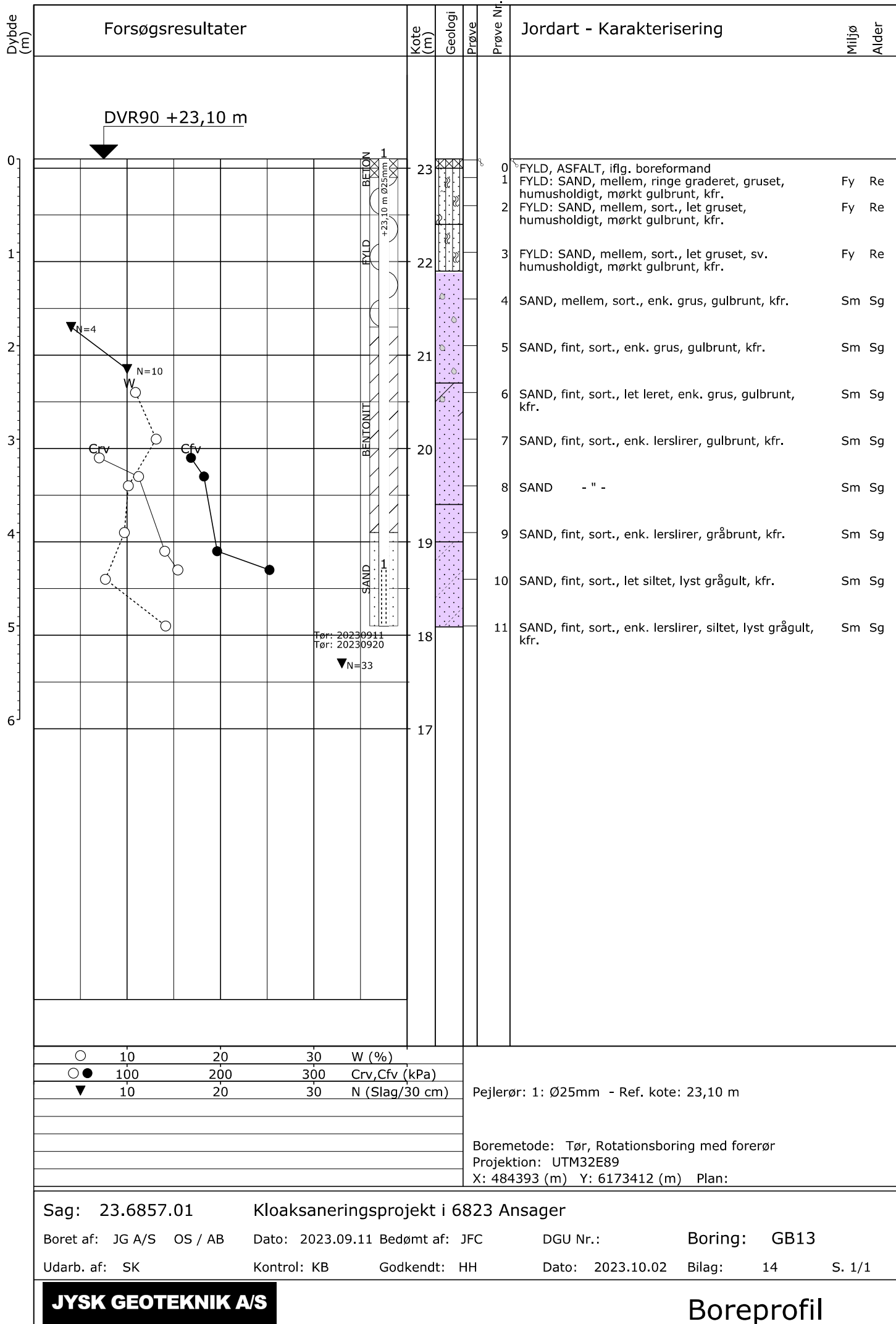




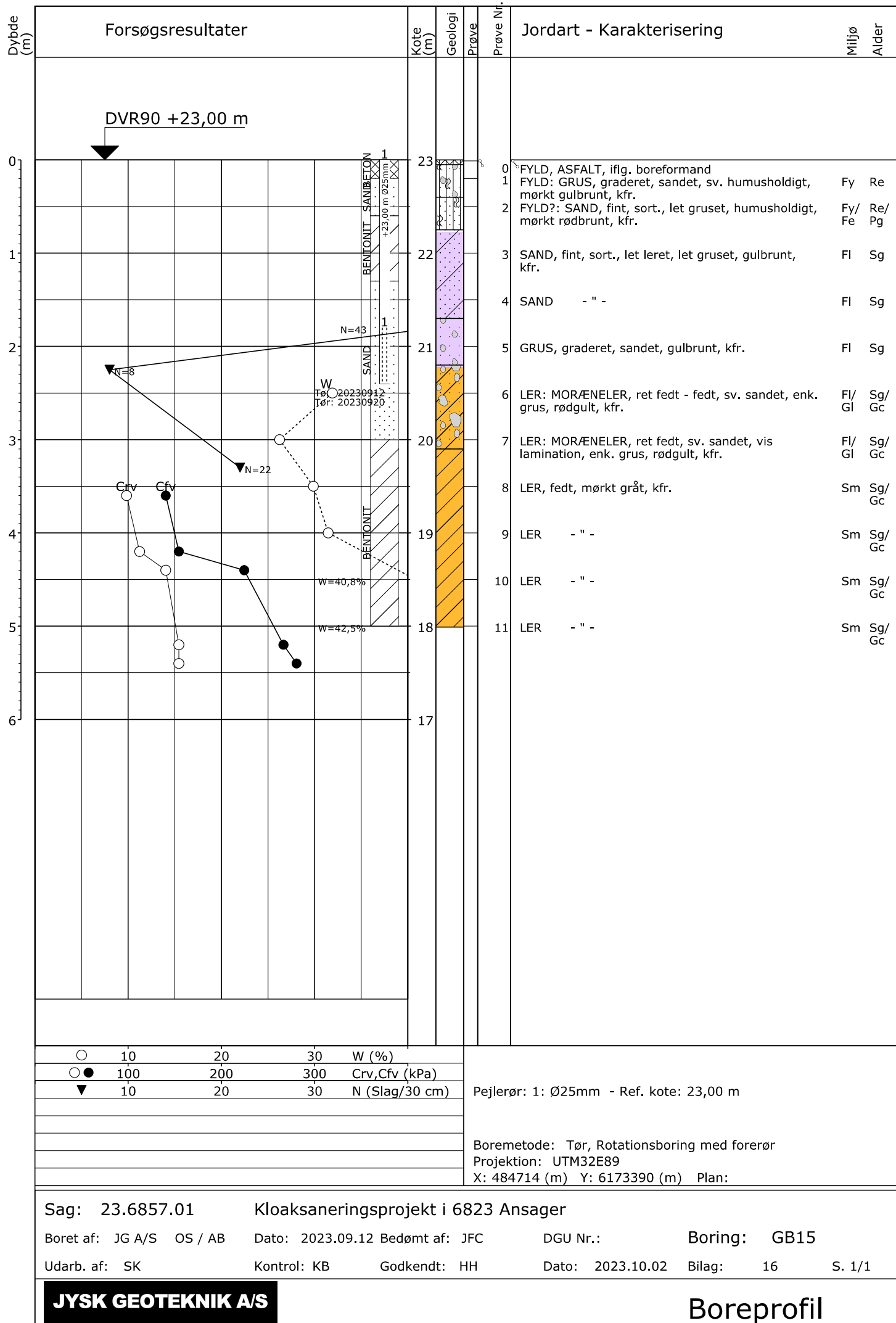


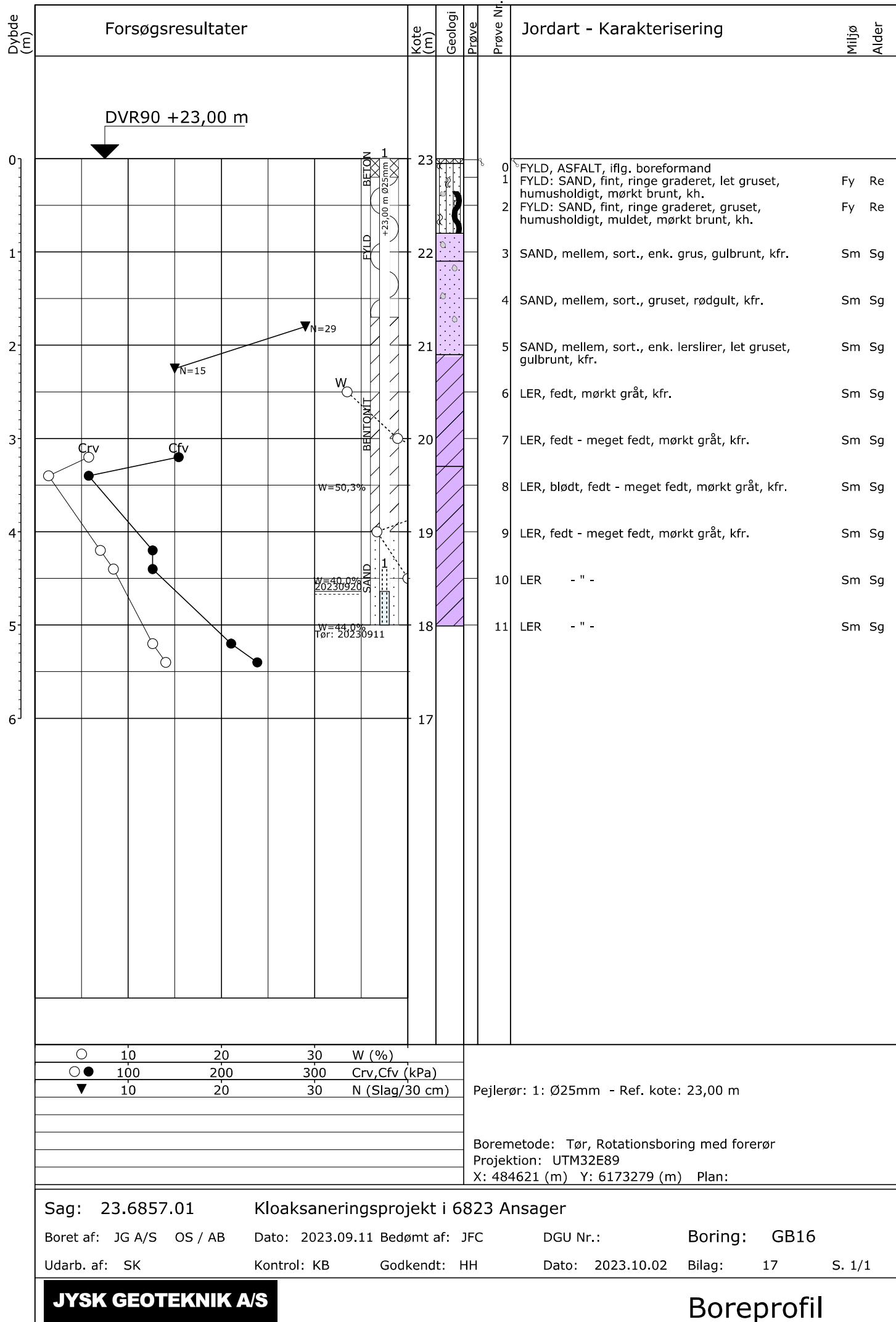


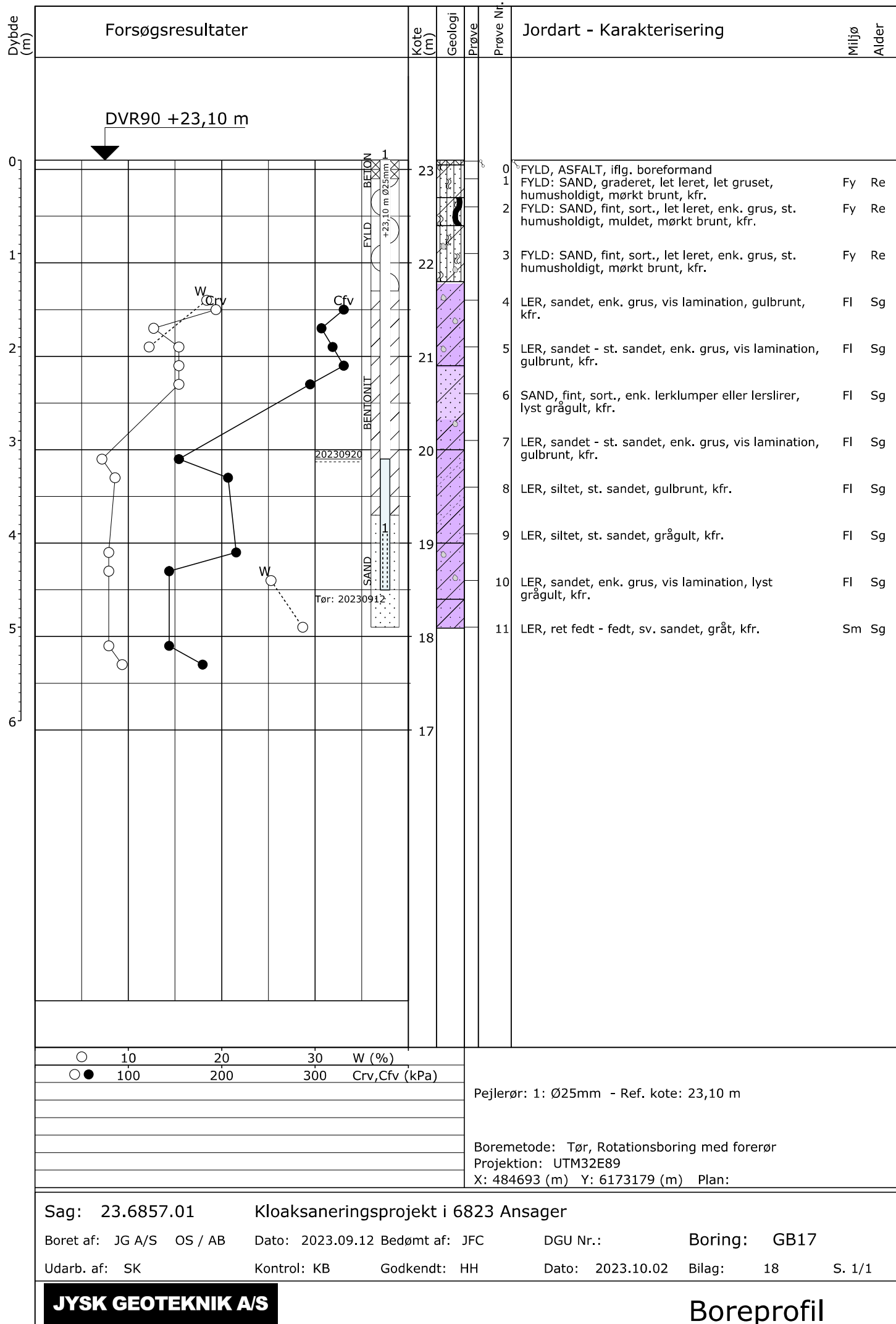


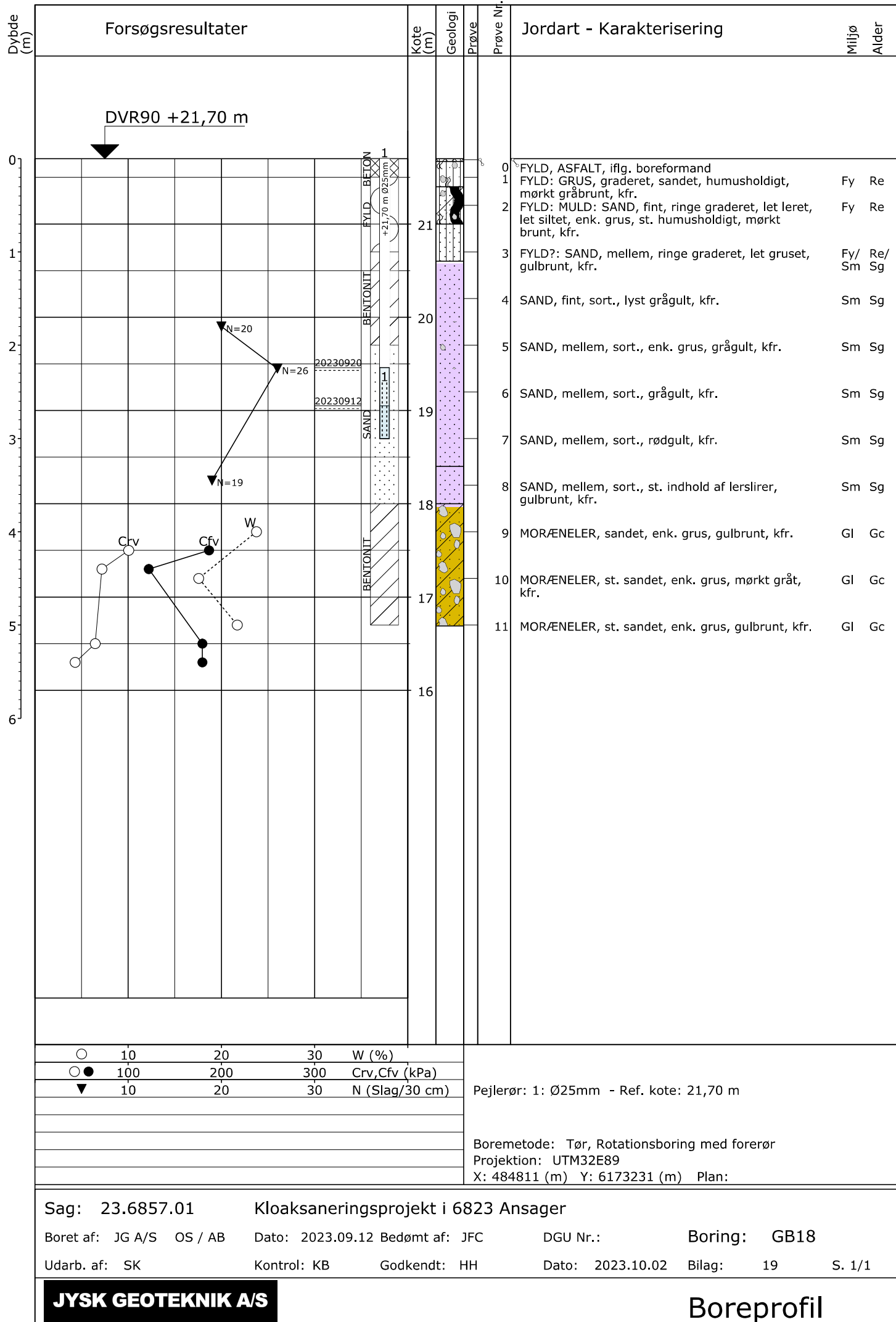


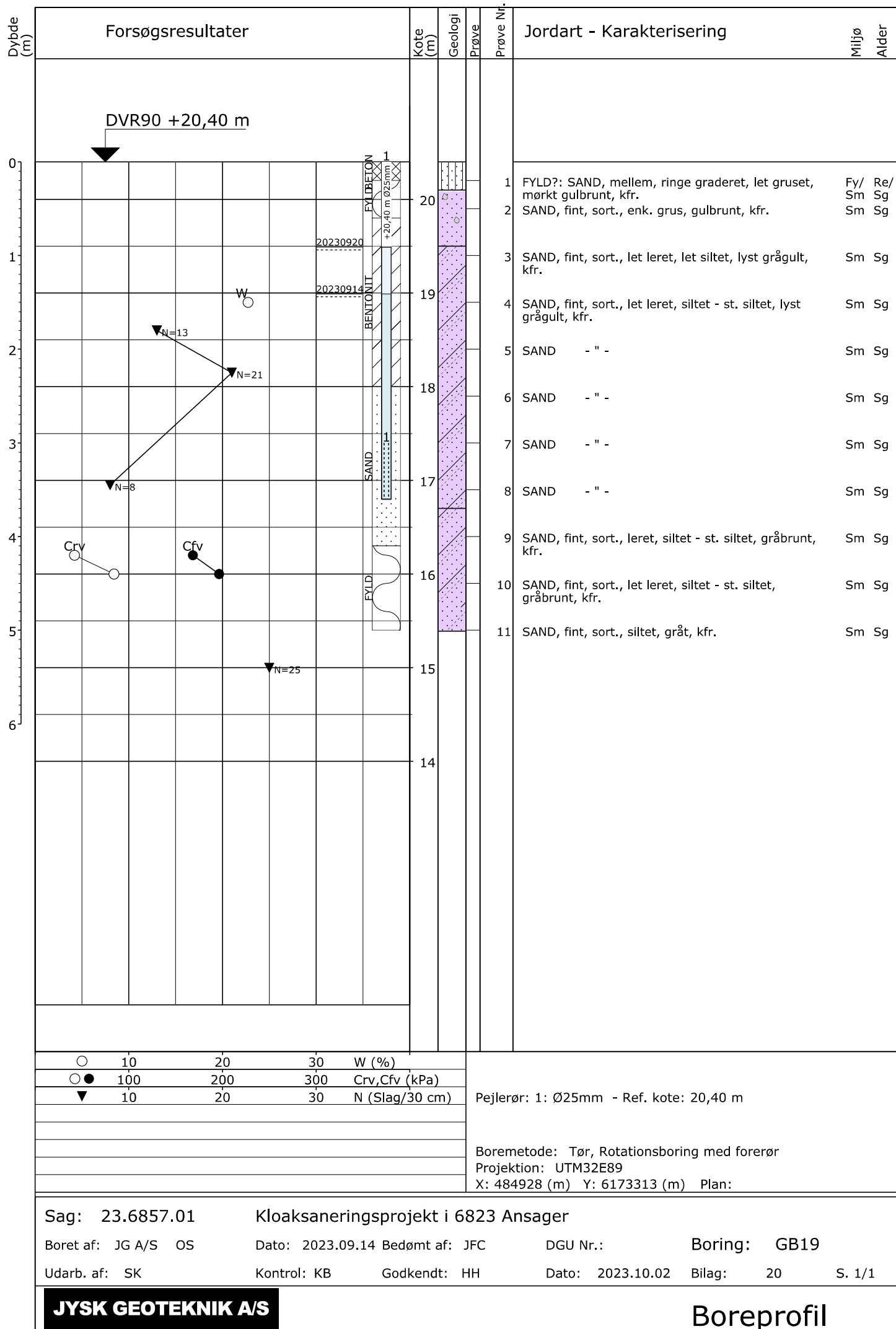


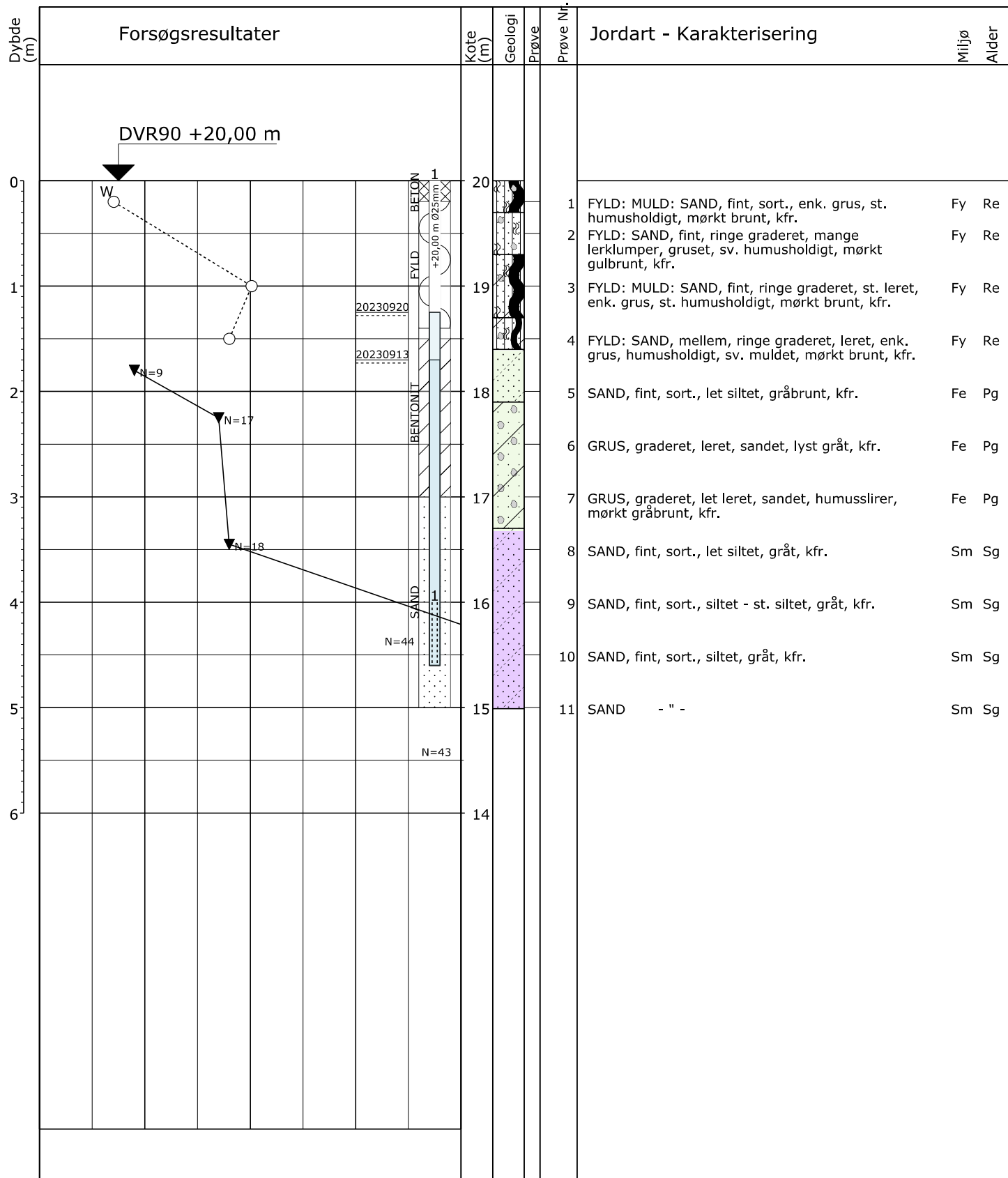












○	10	20	30	W (%)
▼	10	20	30	N (Slag/30 cm)

Pejlerør: 1: Ø25mm - Ref. kote: 20,00 m

Boremethode: Tør, Rotationsboring med forerør

Projektion: UTM32E89

X: 484909 (m) Y: 6173104 (m) Plan:

Sag: 23.6857.01

Kloaksaneringsprojekt i 6823 Ansager

Boret af: JG A/S OS / AB

Dato: 2023.09.13 Bedømt af: JFC

DGU Nr.:

Boring: GB20

Udarb. af: SK

Kontrol: KB

Godkendt: HH

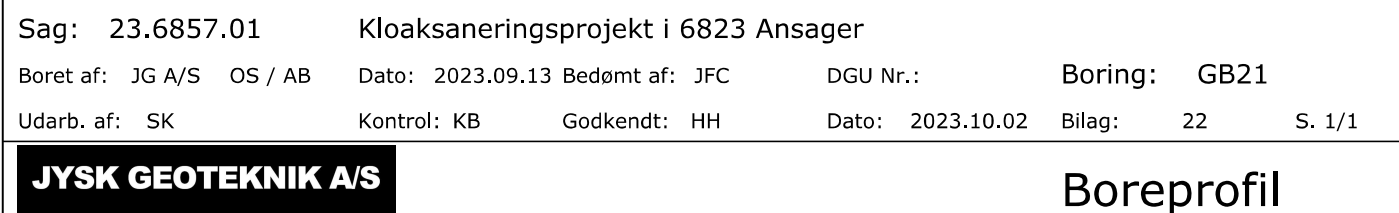
Dato: 2023.10.02

Bilag: 21

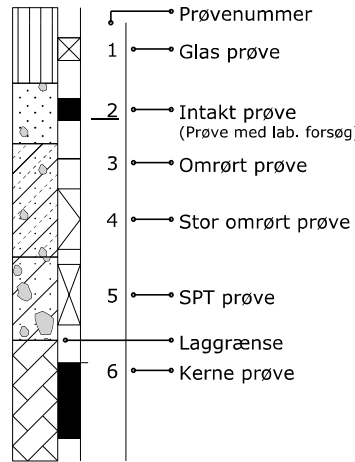
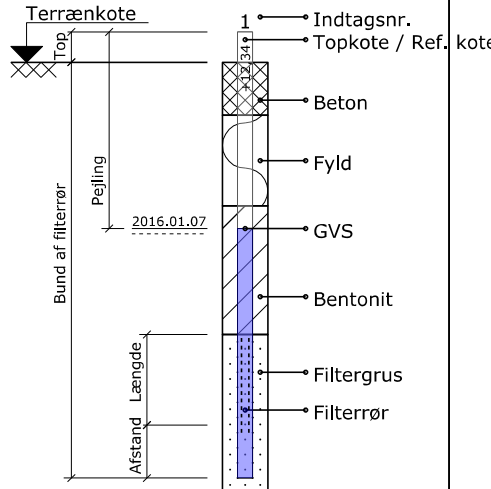
S. 1/1

JYSK GEOTEKNIK A/S

Boreprofil



Forsøgsresultater

Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil
FYLD MULD MULD, sandet SAND, muldet SAND, muldpartier STEN GRUS SAND SILT LER MOR/ENESAND MOR/ENESILT MOR/ENELER KALK (KRIDT) FLINT KLIPPE GYTJE SKALLER TØRV TØRVEDYND PLANTERESTER I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne.	Pumpeboring (BU) Pejleboring (BW) Miljøboring (BE) Boring uden prøver (B) Boring med prøvetagning (BS) Boring med prøver og vingeforsøg (BG) CPT forsøg (C) Sondering, rammesonde (F)	
Geologiske forkortelser		Pejlerør
Miljø Br Brakvand Fe Ferskvand Fl Flydejord Gl Gletscher Ma Marin Ne Nedskyl O Overjord Sk Skredjord Sm Smeltevand Vi Vindaflejret Vu Vulkansk Alder Pg Postglacial Sg Senglacial Al Allerød Gc Glacial Ig Interglacial Is Interstadial Te Tertiær Ng Neogen Pn Palæogen Pi Pliocæn Mi Miocæn Ol Oligocæn Eo Eocæn Pl Palæocæn Sl Selandien Da Danien Kt Kridt Ms Maastrichtian Se Senon Re Recent		

Definitioner

Signatur	Emne	Fork.	Enhed	Beskrivelse
○	Vandindhold	W	[%]	Vand i % af tørstofvægt
—	Flydegrænse	WL	[%]	Vandindhold ved flydegrænser
—	Plasticitetsgrænser	WP	[%]	Vandindhold ved plasticitetsgrænse
—	Plasticitetsgrænser	IP	[%]	IP = WL - WP
▽	Rumvægt	γ	[kN/m³]	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
■	Poretal	e		Forhold mellem porevolumen og kornvolumen
+	Glødetab	gl	[%]	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten
x	Reduceret Glødetab	glr	[%]	gl - ka
⊕	Kalkindhold	ka	[%]	Vægt af CaCO ₃ i % af tørstofvægten
~/(+)/+/++	Kalkprøve	kp		Reaktion med saltsyre: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt
++/+/+/+/-/-/?/-/?/++	Frost			++ Opfrysningssfarlige under alle betingelser + Opfrysningssproblemer, selv under korte frostperioder (+) Opfrysningssproblemer, under længere frostperioder - Ikke opfrysningssfarlig -- Absolut ingen opfrysningssfare ? Frostfaren kan ikke bedømmes ~/?/+? Frostfaren er vanskelig at bedømme
→	CPT Spidsmodstand	qc	[MN/m²]	
→	CPT Kappemodstand	fs	[MN/m²]	
	Gradering			U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet
●	Vingestyrke, intakt	cfv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
○	Vingestyrke, omrørt	crv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
				vr. Vingeforsøg vd. Forsøg med defekt vingeforsøg st. Forsøg påvirket af sten
	Sonderingsmodstand			
	- Belastet spidsbor	RSP	N200	Antal halve omdrejninger pr. 200 mm nedsynkning
	- Svensk rammesonde	RRS	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- Let rammesonde	RLSD	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- SPT-sonde, lukket/åben	SPT	N300	Antal slag pr. 300 mm nedsynkning

Appendiks 1

Sigteanalyser

Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3476

Byggesag: Kloaksaneringsprojekt i Ansager

Sagsnr.: 23.6857.01

Materiale: Boreprøve

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Indvindingssted: GB1 Dybde 1,5 - 2,0 m.u.t.

Udtaget dato: -

Udvaskning

Sk	631,6
Sk + J + V	1085,5
Sk + J -Udv	1064,1
J+V før vask	453,9
J før vask	435,3 (M1)
J efter vask	432,5 (M2)
Tab ved vask	2,8

Vandindhold

Sk	556,4
Sk + J + V	1143,0
Sk + J efter tør	1118,9
V	24,1
J =(Sk+J)-Sk	562,5
W = 100*V/J	4,28

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

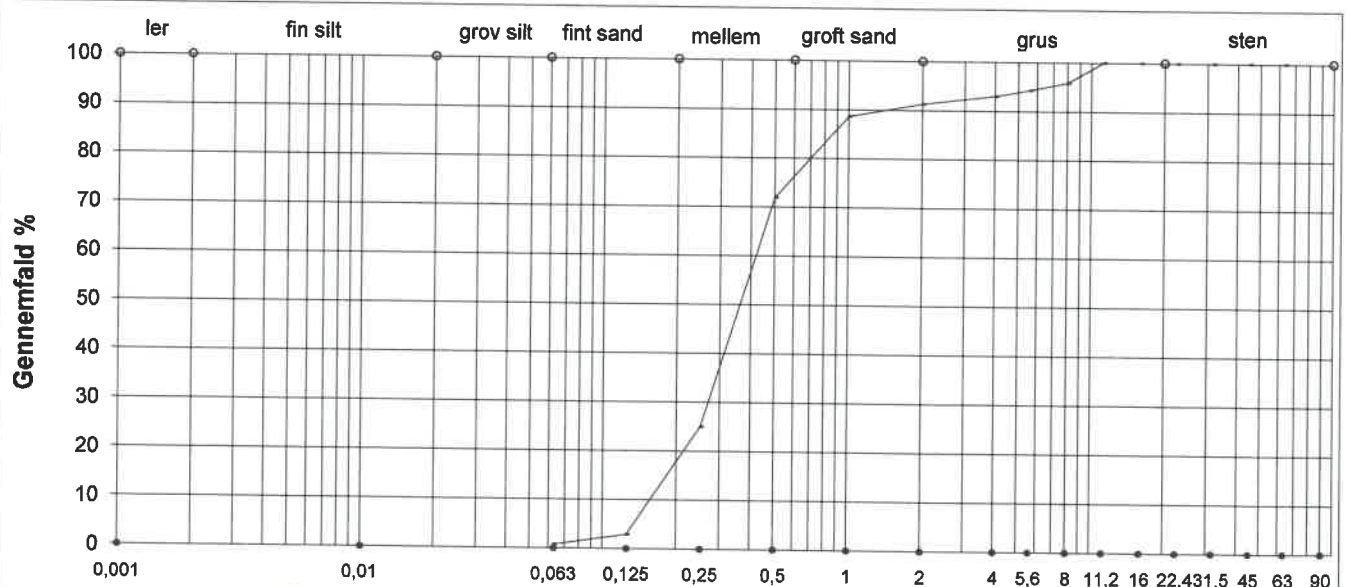
Udtaget af: -

Udført af: SK

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	435,3	100	0				
45	0,0	435,3	100	0				
31,5	0,0	435,3	100	0				
22,4	0,0	435,3	100	0				
16	0,0	435,3	100	0				
11,2	0,0	435,3	100	0				
8	18,1	417,2	96	4				
5,6	6,8	410,4	94	6				
4	5,8	404,6	93	7			U d60/d10	2,6
2	7,2	397,4	91	9			Middel d50	0,38
1	11,8	385,6	89	11			Finstof	0,7
0,5	72,7	312,9	72	28				
0,25	204,2	108,7	25	75			Permeabilitetskoefficient	
0,125	96,2	12,5	3	97			k ~	0,00027
0,063	8,6	3,9	1	99,3				
Bund	0,5							
Tab v vask	2,8							

Afvejningstolerance

0,14 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3477

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Sagsnr.: 23.6857.01

Materiale: Boreprøve

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Indvindingssted: GB2 Dybde 1,5 - 2,0 m.u.t.

Udtaget dato: -

Udvaskning

Sk	396,2
Sk + J + V	688,3
Sk + J -Udv	668,2
J+V før vask	292,1
J før vask	278,5 (M1)
J efter vask	272,0 (M2)
Tab ved vask	6,5

Vandindhold

Sk	464,7
Sk + J + V	1297,6
Sk + J efter tør	1258,9
V	38,7
J =(Sk+J)-Sk	794,2
W = 100*V/J	4,87

Modtaget dato: -

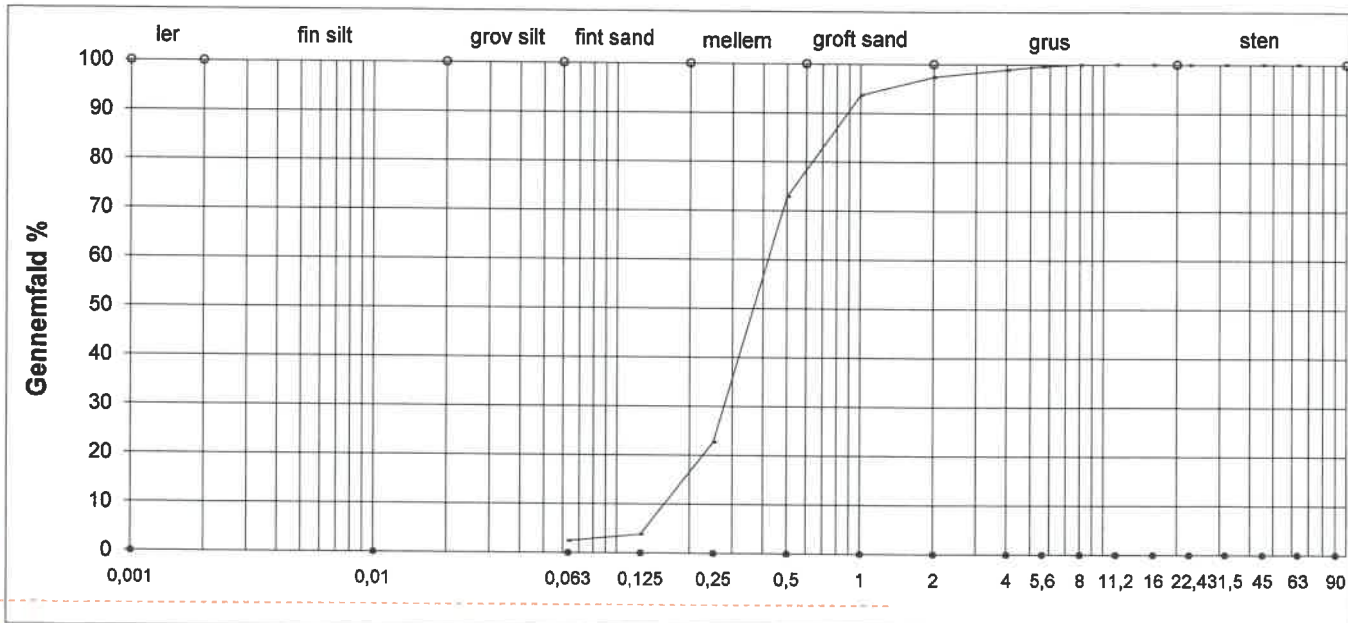
Afsluttet dato: 20-10-2023

Udtaget af: -

Udført af: SK

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	278,5	100	0				
45	0,0	278,5	100	0				
31,5	0,0	278,5	100	0				
22,4	0,0	278,5	100	0				
16	0,0	278,5	100	0				
11,2	0,0	278,5	100	0				
8	0,0	278,5	100	0				
5,6	1,2	277,3	100	0				
4	1,9	275,4	99	1			U d60/d10	2,6
2	4,2	271,2	97	3			Middel d50	0,39
1	10,5	260,7	94	6			Finstof	2,4
0,5	57,7	203,0	73	27				
0,25	139,9	63,1	23	77			Permeabilitetskoefficient	
0,125	52,7	10,4	4	96			k ~	0,00028
0,063	3,4	7,0	2	97,6				
Bund	0,2							
Tab v vask	6,5							

Afvejningstolerance 0,11 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3478

Byggesag: Kloaksaneringsprojekt i Ansager

Sagsnr.: 23.6857.01

Materiale: Boreprøve

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Indvindingssted: GB3 Dybde 2,5 m.u.t.

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

Udtaget af: -

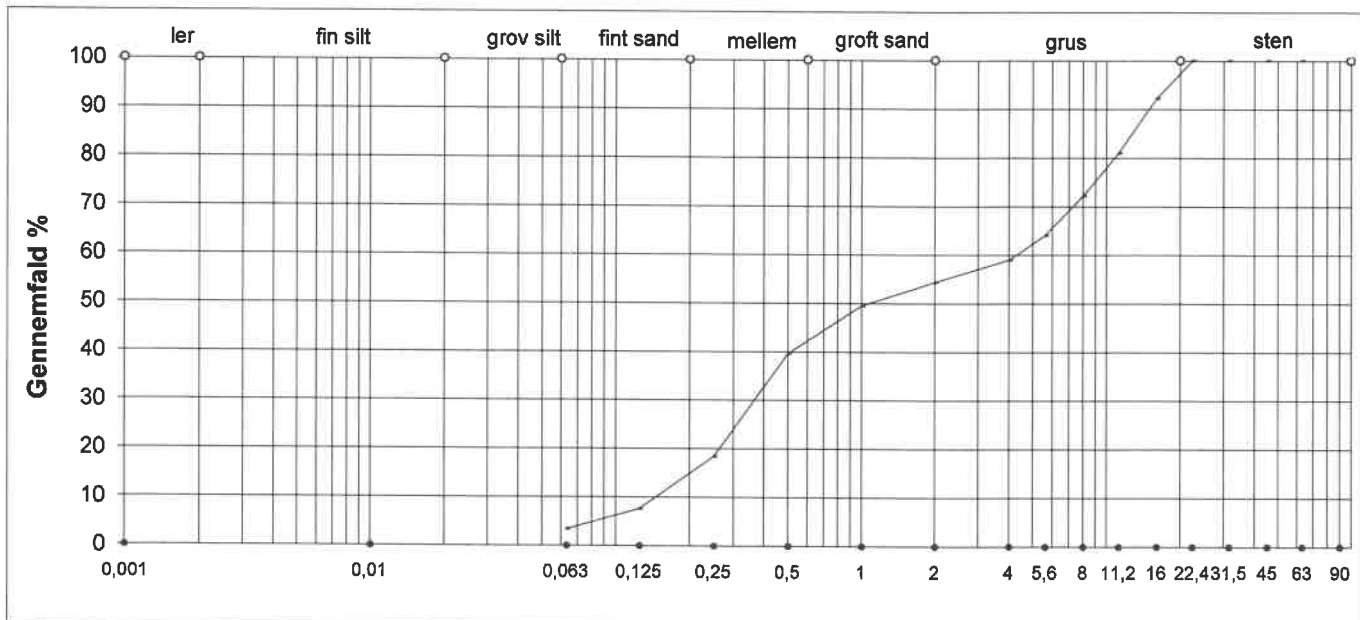
Udført af: SK

Afvejning M1 = M2

Bakke	630,1
Bakke + Jord	1170,5
J tør	540,4

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
63	0	540,4	100	0				
45	0	540,4	100	0				
31,5	0	540,4	100	0				
22,4	0	540,4	100	0				
16	42	498,4	92	8				
11,2	60,8	437,6	81	19				
8	47,4	390,2	72	28				
5,6	43,8	346,4	64	36				
4	27,7	318,7	59	41			U d60/d10	28,2
2	24,8	293,9	54	46			Middel d50	1,11
1	26,6	267,3	49	51			Finstof	3,4
0,5	53,0	214,3	40	60				
0,25	115,0	99,3	18	82			Permeabilitetskoefficient	
0,125	58,5	40,8	8	92			k ~	0,00023
0,063	21,1	19,7	3,4	96,6				
Bund	18,2							

Afvejningstolerance 0,28 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3479

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Sagsnr.: 23.6857.01

Materiale: Boreprøve

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Indvindingssted: GB4 Dybde 1,0 - 1,5 m.u.t.

Udtaget dato: -

Udvaskning

Sk	383,6
Sk + J + V	660,3
Sk + J -Udv	624,2
J+V før vask	276,7
J før vask	265,5 (M1)
J efter vask	240,6 (M2)
Tab ved vask	24,9

Vandindhold

Sk	474,5
Sk + J + V	1053,1
Sk + J efter tør	1029,7
V	23,4
J =(Sk+J)-Sk	555,2
W = 100*V/J	4,21

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

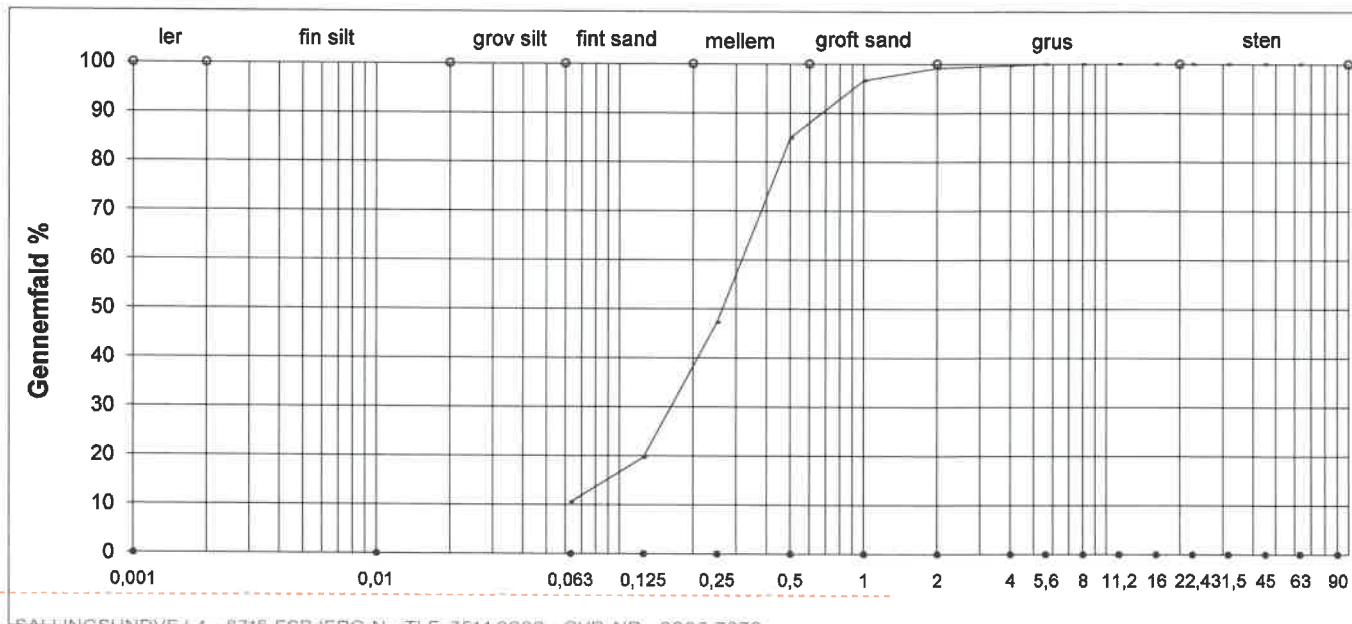
Udtaget af: -

Udført af: SK

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	265,5	100	0				
45	0,0	265,5	100	0				
31,5	0,0	265,5	100	0				
22,4	0,0	265,5	100	0				
16	0,0	265,5	100	0				
11,2	0,0	265,5	100	0				
8	0,0	265,5	100	0				
5,6	0,3	265,2	100	0				
4	0,6	264,6	100	0			U d60/d10	Beregnes ikke
2	1,4	263,2	99	1			Middel d50	0,27
1	6,8	256,4	97	3			Finstof	10,5
0,5	31,0	225,4	85	15				
0,25	100,0	125,4	47	53			Permeabilitetskoefficient	
0,125	73,3	52,1	20	80			k ~	Beregnes ikke
0,063	24,4	27,7	11	89,5				
Bund	3,0							
Tab v vask	24,9							

Afvejningstolerance

-0,08 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3480

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Materiale: Boreprøve

Indvindingssted: GB4 Dybde 2,0 - 2,5 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning

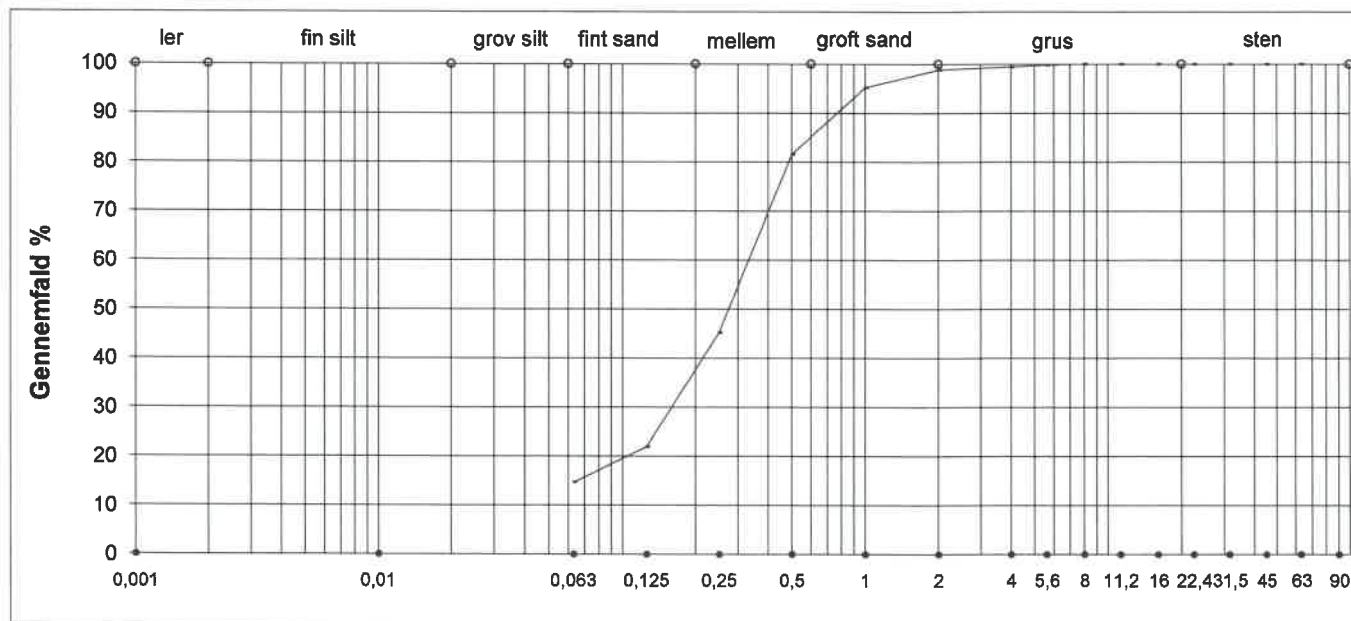
Sk	406,2
Sk + J + V	694,1
Sk + J -Udv	631,5
J+V før vask	287,9
J før vask	261,5 (M1)
J efter vask	225,3 (M2)
Tab ved vask	36,2

Vandindhold

Sk	551,4
Sk + J + V	1464,9
Sk + J efter tør	1381,0
V	83,9
J=(Sk+J)-Sk	829,6
W = 100*V/J	10,11

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	261,5	100	0				
45	0,0	261,5	100	0				
31,5	0,0	261,5	100	0				
22,4	0,0	261,5	100	0				
16	0,0	261,5	100	0				
11,2	0,0	261,5	100	0				
8	0,0	261,5	100	0				
5,6	0,6	260,9	100	0				
4	1,0	259,9	99	1			U d60/d10	Beregnes ikke
2	1,6	258,3	99	1			Middel d50	0,28
1	9,5	248,8	95	5			Finstof	14,6
0,5	35,5	213,3	82	18				
0,25	95,1	118,2	45	55			Permeabilitetskoefficient	
0,125	60,9	57,3	22	78			k ~	Beregnes ikke
0,063	18,5	38,8	15	85,4				
Bund	2,1							
Tab v vask	36,2							

Afvejningstolerance 0,22 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3481

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Sagsnr.: 23.6857.01

Materiale: Boreprøve

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Indvindingssted: GB5 Dybde 1,5 m.u.t.

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

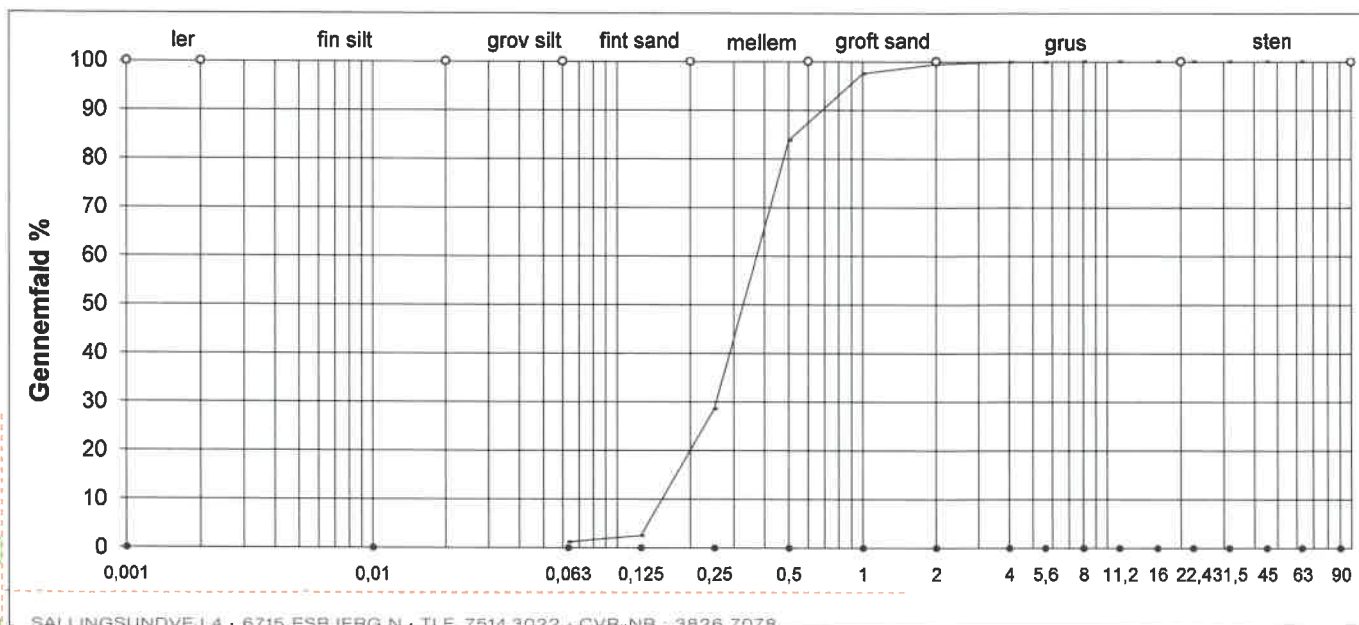
Udtaget af: -

Udført af: SK

Afvejning M1 = M2	
Bakke	633,6
Bakke + Jord	934,7
J tør	301,1

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
63	0	301,1	100	0				
45	0	301,1	100	0				
31,5	0	301,1	100	0				
22,4	0	301,1	100	0				
16	0	301,1	100	0				
11,2	0	301,1	100	0				
8	0	301,1	100	0				
5,6	0,3	300,8	100	0				
4	0	300,8	100	0			U d60/d10	2,4
2	1,3	299,5	99	1			Middel d50	0,35
1	5,7	293,8	98	2			Finstof	1,2
0,5	41,5	252,3	84	16				
0,25	166,2	86,1	29	71			Permeabilitetskoefficient	
0,125	78,7	7,4	2	98			k ~	0,00026
0,063	3,3	4,1	1,2	98,8				
Bund	3,5							

Afvejningstolerance 0,20 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3482

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Materiale: Boreprøve

Indvindingssted: GB5 Dybde 2,0- 2,5 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

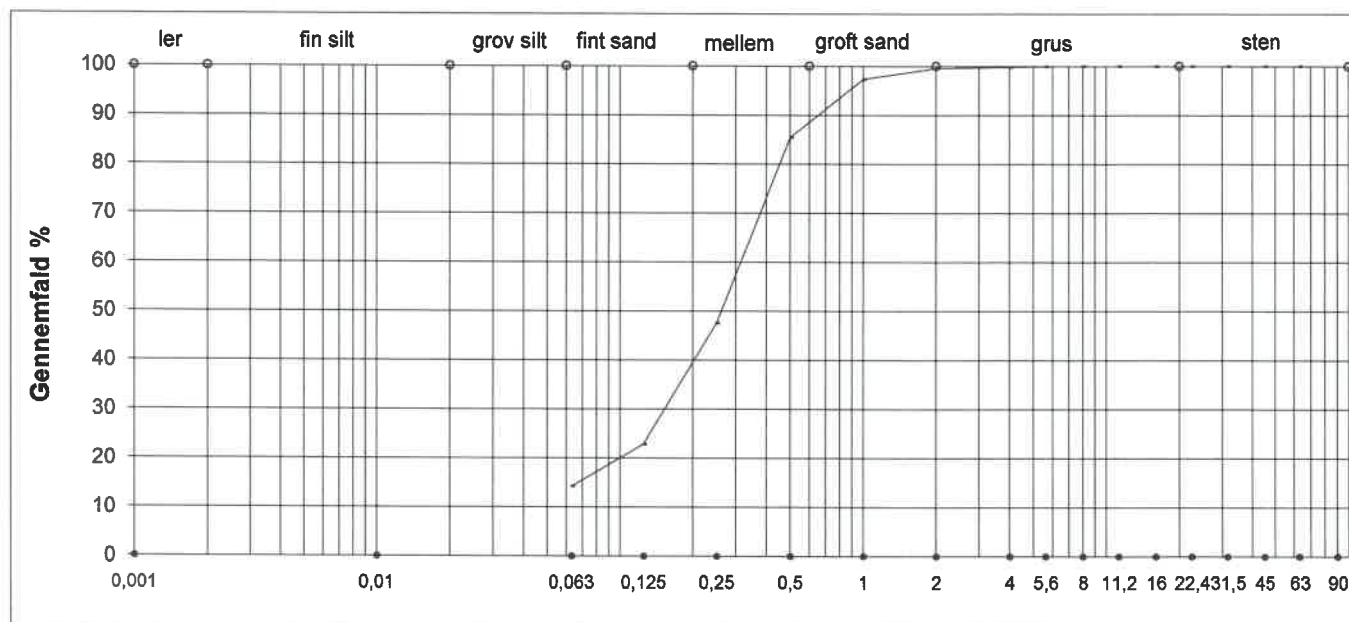
Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	382,7	Sk	475,3
Sk + J + V	651,0	Sk + J + V	1230,2
Sk + J -Udv	594,8	Sk + J efter tør	1158,9
J+V før vask	268,3	V	71,3
J før vask	243,0 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	683,6
J efter vask	212,1 (M2)	W = 100*V/J	10,43
Tab ved vask	30,9		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	243,0	100	0				
45	0,0	243,0	100	0				
31,5	0,0	243,0	100	0				
22,4	0,0	243,0	100	0				
16	0,0	243,0	100	0				
11,2	0,0	243,0	100	0				
8	0,0	243,0	100	0				
5,6	0,2	242,8	100	0				
4	0,3	242,5	100	0			U d60/d10	Beregnes ikke
2	0,6	241,9	100	0			Middel d50	0,27
1	5,4	236,5	97	3			Finstof	14,2
0,5	28,9	207,6	85	15				
0,25	92,0	115,6	48	52			Permeabilitetskoefficient	
0,125	60,2	55,4	23	77			k ~	Beregnes ikke
0,063	20,7	34,7	14	85,8				
Bund	3,7							
Tab v vask	30,9							

Afvejningstolerance 0,05 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3483

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Materiale: Boreprøve

Indvindingssted: GB6 Dybde 2,5 - 3,5 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

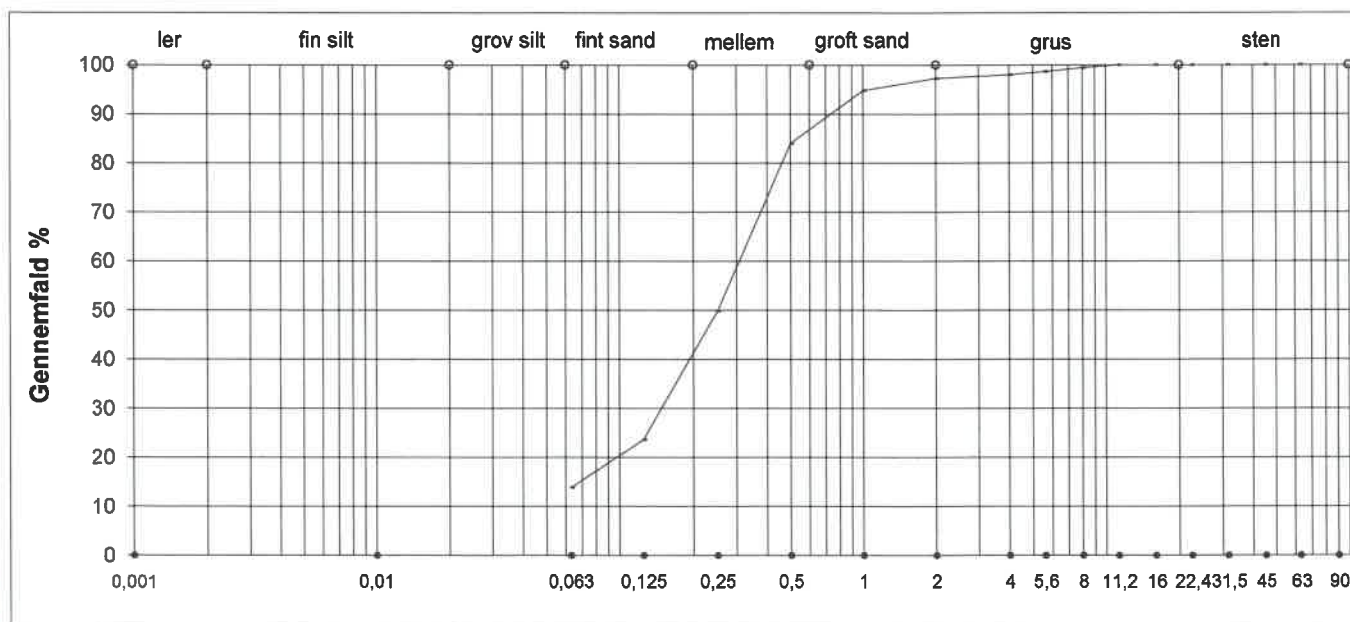
Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	393,4	Sk	473,5
Sk + J + V	663,3	Sk + J + V	1286,3
Sk + J -Udv	614,9	Sk + J efter tør	1237,6
J+V før vask	269,9	V	48,7
J før vask	253,7 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	764,1
J efter vask	221,5 (M2)	W = 100*V/J	6,37
Tab ved vask	32,2		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	253,7	100	0				
45	0,0	253,7	100	0				
31,5	0,0	253,7	100	0				
22,4	0,0	253,7	100	0				
16	0,0	253,7	100	0				
11,2	0,0	253,7	100	0				
8	1,5	252,2	99	1				
5,6	2,0	250,2	99	1				
4	1,6	248,6	98	2			U d60/d10	Beregnes ikke
2	1,9	246,7	97	3			Middel d50	0,25
1	6,3	240,4	95	5			Finstof	13,8
0,5	27,3	213,1	84	16				
0,25	86,8	126,3	50	50			Permeabilitetskoefficient	
0,125	66,5	59,8	24	76			k ~	Beregnes ikke
0,063	24,7	35,1	14	86,2				
Bund	2,9							
Tab v vask	32,2							

Afvejningstolerance 0,00 %



Din Forsyning
Ulvsvundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3484

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Materiale: Boreprøve

Indvindingssted: GB7 Dybde 1,5 - 2,0 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

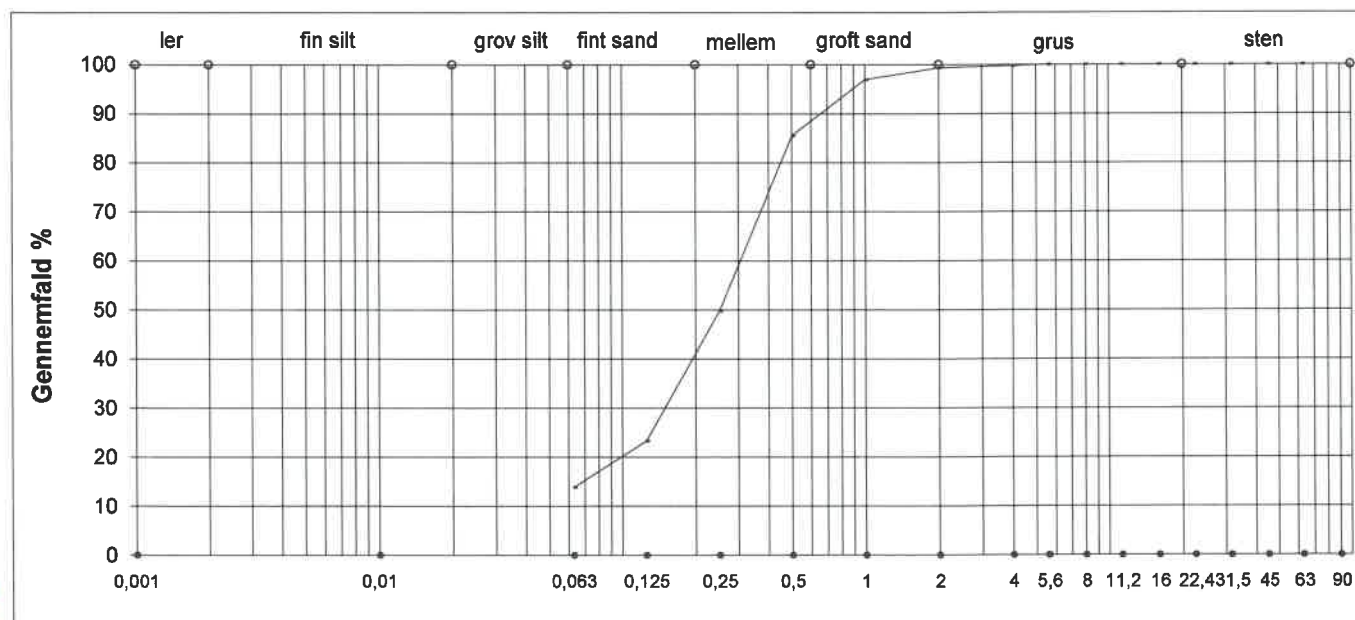
Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	384,7	Sk	554,0
Sk + J + V	641,3	Sk + J + V	1242,2
Sk + J -Udv	585,1	Sk + J efter tør	1170,1
J+V før vask	256,6	V	72,1
J før vask	229,7 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	616,1
J efter vask	200,4 (M2)	W = 100*V/J	11,70
Tab ved vask	29,3		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	229,7	100	0				
45	0,0	229,7	100	0				
31,5	0,0	229,7	100	0				
22,4	0,0	229,7	100	0				
16	0,0	229,7	100	0				
11,2	0,0	229,7	100	0				
8	0,0	229,7	100	0				
5,6	0,0	229,7	100	0				
4	0,7	229,0	100	0			U d60/d10	Beregnes ikke
2	0,8	228,2	99	1			Middel d50	0,25
1	5,6	222,6	97	3			Finstof	13,9
0,5	26,3	196,3	85	15				
0,25	82,0	114,3	50	50			Permeabilitetskoefficient	
0,125	61,0	53,3	23	77			k ~	Beregnes ikke
0,063	21,5	31,8	14	86,1				
Bund	2,5							
Tab v vask	29,3							

Afvejningstolerance 0,00 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3485

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Materiale: Boreprøve

Indvindingssted: GB7 Dybde 2,5 - 3,0 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

Udtaget af: -

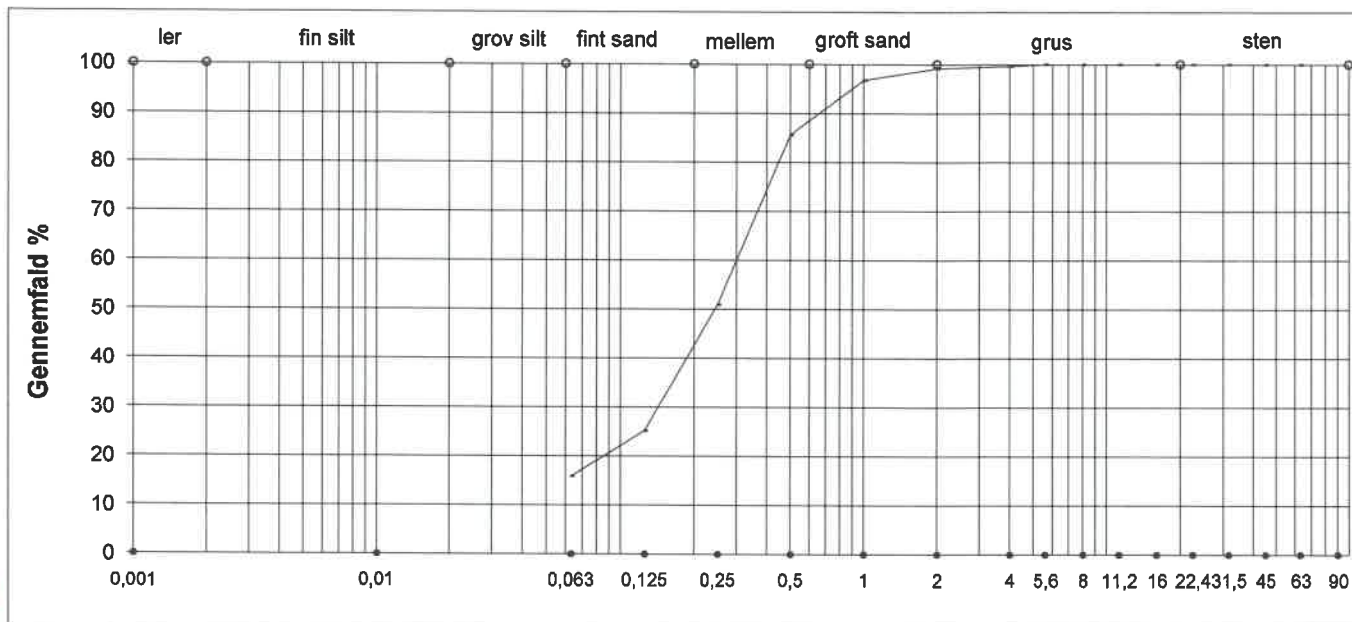
Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	397,9	Sk	472,8
Sk + J + V	607,6	Sk + J + V	759,4
Sk + J -Udv	558,6	Sk + J efter tør	731,7
J+V før vask	209,7	V	27,7
J før vask	189,4 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	258,9
J efter vask	160,7 (M2)	W = 100*V/J	10,70
Tab ved vask	28,7		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	189,4	100	0				
45	0,0	189,4	100	0				
31,5	0,0	189,4	100	0				
22,4	0,0	189,4	100	0				
16	0,0	189,4	100	0				
11,2	0,0	189,4	100	0				
8	0,0	189,4	100	0				
5,6	0,0	189,4	100	0				
4	0,8	188,6	100	0			U d60/d10	Beregnes ikke
2	0,9	187,7	99	1			Middel d50	0,25
1	4,5	183,2	97	3			Finstof	15,9
0,5	21,2	162,0	86	14				
0,25	65,6	96,4	51	49			Permeabilitetskoefficient	
0,125	48,9	47,5	25	75			k ~	Beregnes ikke
0,063	17,1	30,4	16	84,1				
Bund	1,3							
Tab v vask	28,7							

Afvejningstolerance

0,25 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3486

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Sagsnr.: 23.6857.01

Materiale: Boreprøve

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Indvindingssted: GB8 Dybde 2,5 - 3,0 m.u.t.

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

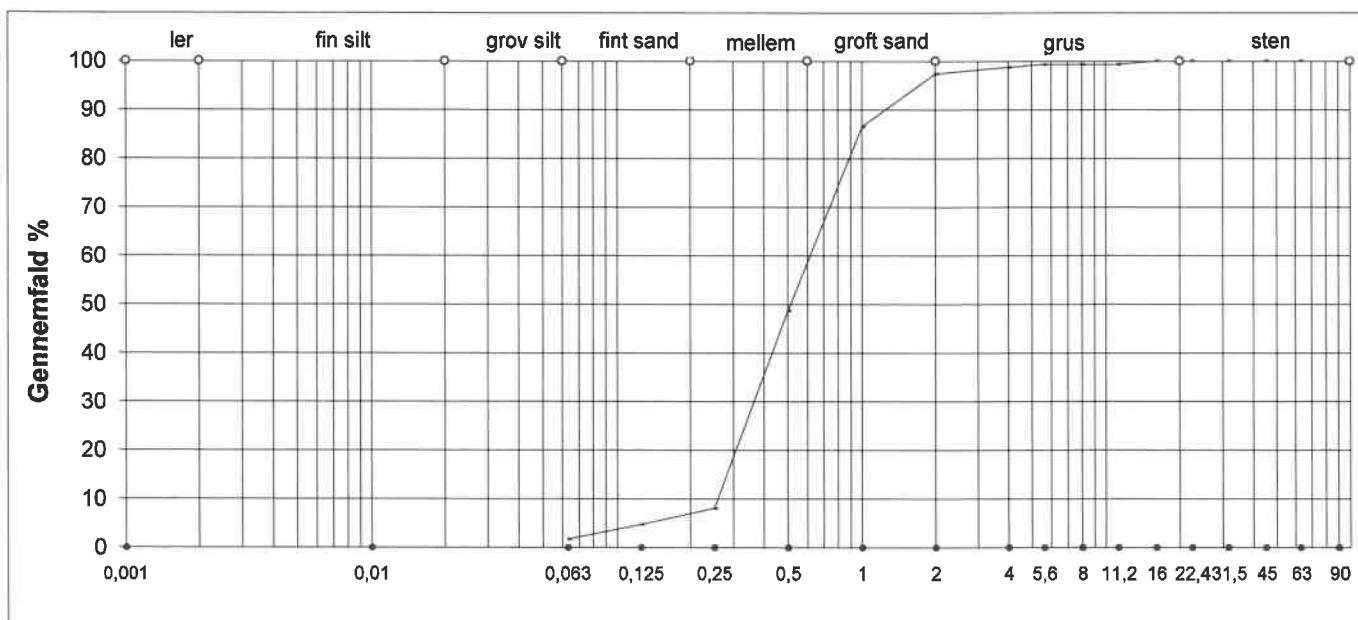
Udtaget af: -

Udført af: SK

Afvejning M1 = M2	
Bakke	379,0
Bakke + Jord	710,0
J tør	331,0

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
63	0	331,0	100	0				
45	0	331,0	100	0				
31,5	0	331,0	100	0				
22,4	0	331,0	100	0				
16	0	331,0	100	0				
11,2	2,3	328,7	99	1				
8	0	328,7	99	1				
5,6	0	328,7	99	1				
4	2	326,7	99	1			U d60/d10	2,5
2	4,3	322,4	97	3			Middel d50	0,52
1	36,0	286,4	87	13			Finstof	1,7
0,5	125,3	161,1	49	51				
0,25	134,5	26,6	8	92			Permeabilitetskoefficient	
0,125	11,0	15,6	5	95			k ~	0,00069
0,063	9,1	6,5	1,7	98,3				
Bund	5,6							

Afvejningstolerance 0,27 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3487

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Materiale: Boreprøve

Indvindingssted: GB9 Dybde 1,5 - 2,0 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 05-10-2023

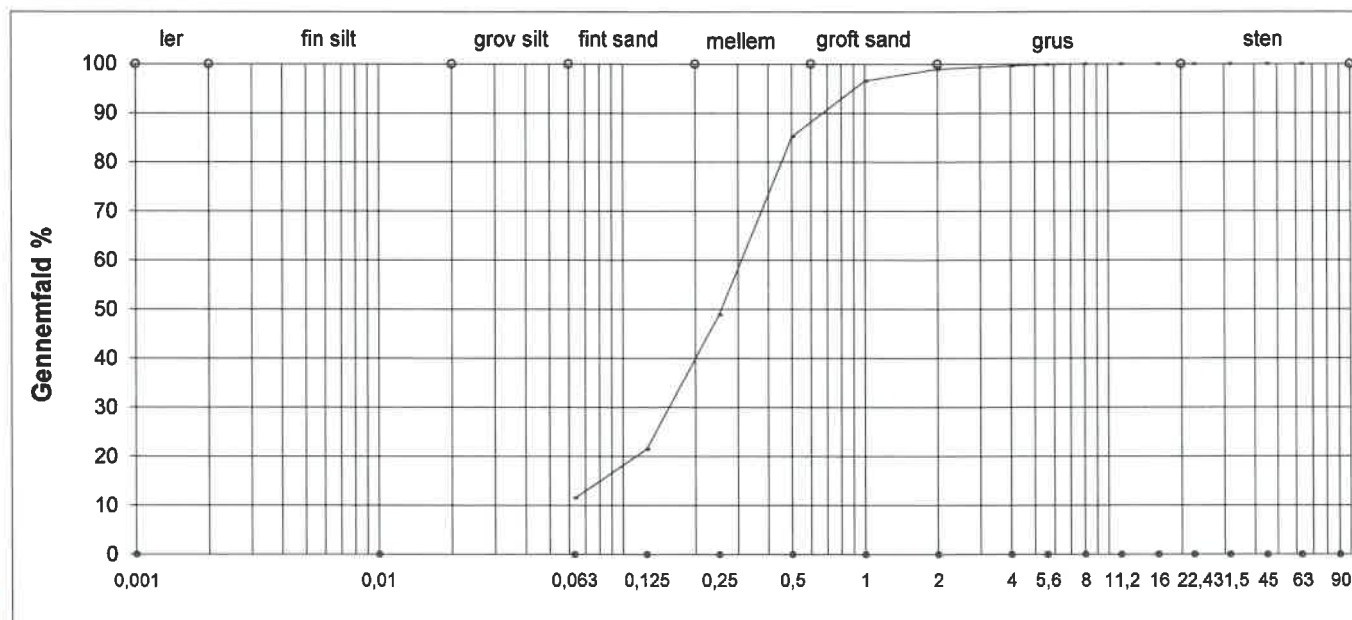
Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	379,0	Sk	556,4
Sk + J + V	645,0	Sk + J + V	1180,5
Sk + J -Udv	604,5	Sk + J efter tør	1145,4
J+V før vask	266,0	V	35,1
J før vask	251,0 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	589,0
J efter vask	225,5 (M2)	W = 100*V/J	5,96
Tab ved vask	25,5		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	251,0	100	0				
45	0,0	251,0	100	0				
31,5	0,0	251,0	100	0				
22,4	0,0	251,0	100	0				
16	0,0	251,0	100	0				
11,2	0,0	251,0	100	0				
8	0,0	251,0	100	0				
5,6	0,4	250,6	100	0				
4	0,7	249,9	100	0			U d60/d10	Beregnes ikke
2	1,5	248,4	99	1			Middel d50	0,26
1	6,1	242,3	97	3			Finstof	11,4
0,5	28,6	213,7	85	15				
0,25	91,1	122,6	49	51			Permeabilitetskoefficient	
0,125	68,9	53,7	21	79			k ~	Beregnes ikke
0,063	24,9	28,8	11	88,6				
Bund	3,2							
Tab v vask	25,5							

Afvejningstolerance 0,04 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3488
Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale
Materiale: Boreprøve
Indvindingssted: GB10 **Dybde** 2,0 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

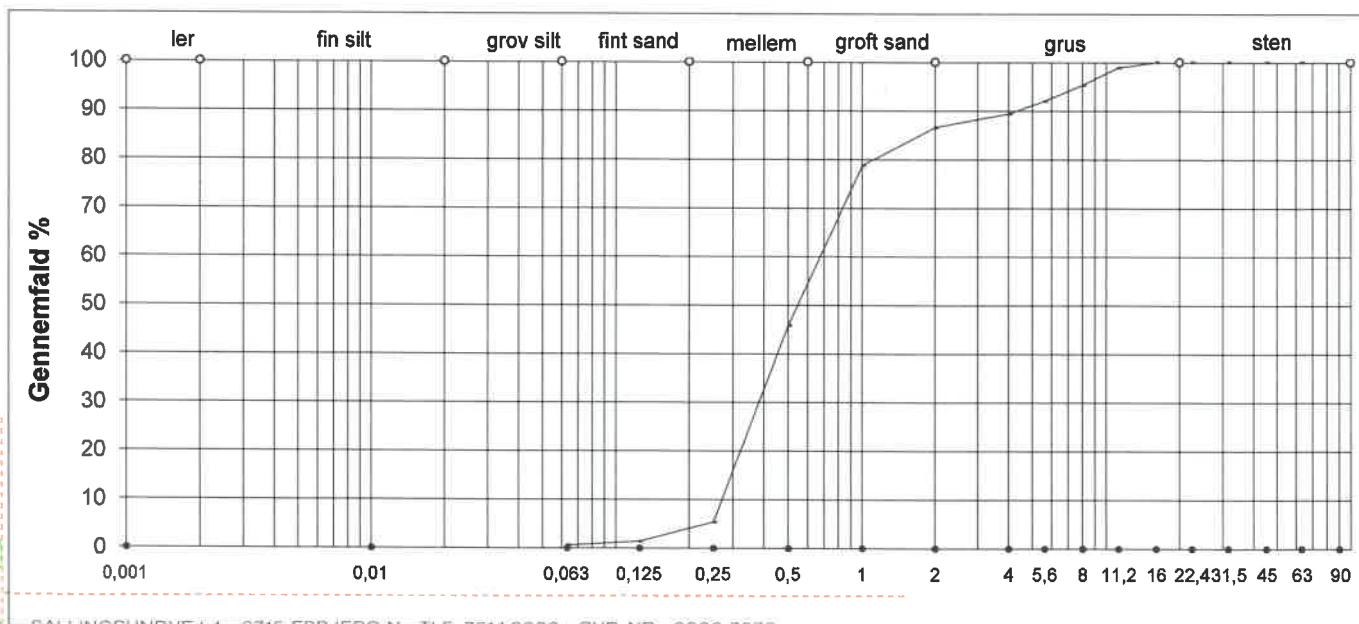
Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -
Modtaget dato: -
Afsluttet dato: 20-10-2023
Udtaget af: -
Udført af: SK

Afvejning M1 = M2	
Bakke	627,0
Bakke + Jord	1062,3
J tør	435,3

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
63	0	435,3	100	0				
45	0	435,3	100	0				
31,5	0	435,3	100	0				
22,4	0	435,3	100	0				
16	0	435,3	100	0				
11,2	4,6	430,7	99	1				
8	15,9	414,8	95	5				
5,6	14,2	400,6	92	8				
4	11,4	389,2	89	11			U d60/d10	2,6
2	12,3	376,9	87	13			Middel d50	0,56
1	34,0	342,9	79	21			Finstof	0,6
0,5	143,6	199,3	46	54				
0,25	176,0	23,3	5	95			Permeabilitetskoefficient	
0,125	17,4	5,9	1	99			k ~	0,00078
0,063	3,2	2,7	0,6	99,4				
Bund	2,4							

Afvejningstolerance 0,07 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3489

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Materiale: Boreprøve

Indvindingssted: GB10 **Dybde** 2,5 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

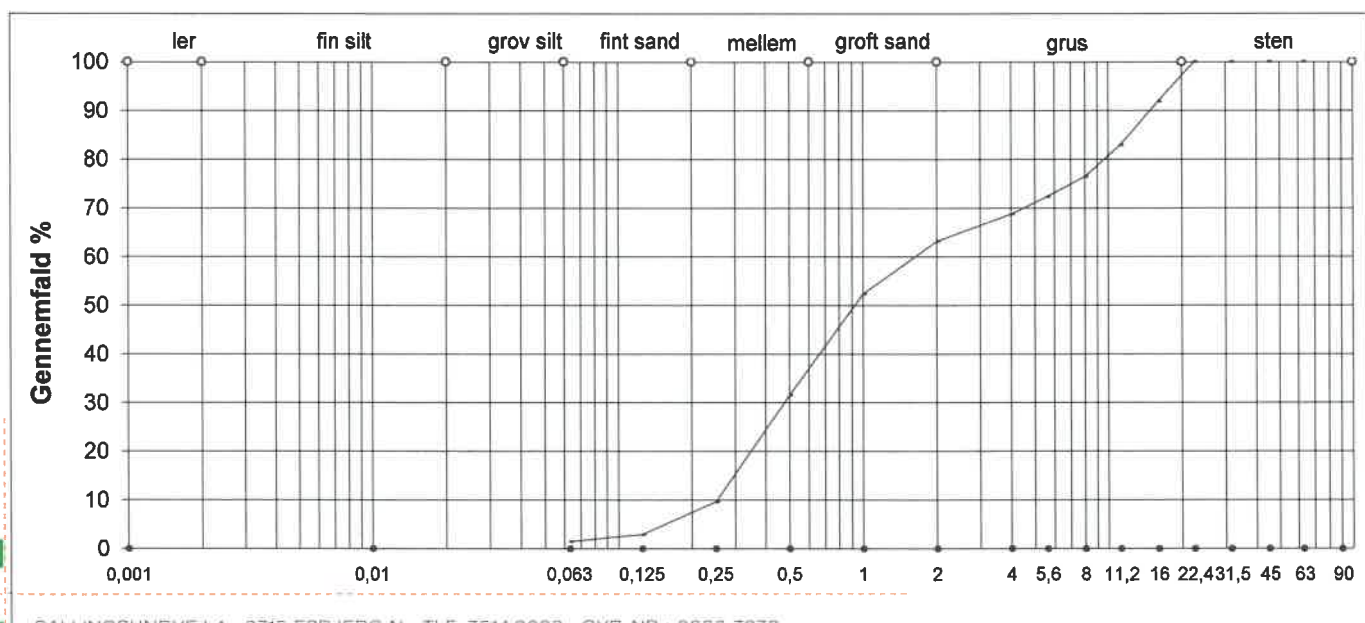
Udtaget af: -

Udført af: SK

Afvejning M1 = M2	
Bakke	625,1
Bakke + Jord	1245,7
J tør	620,6

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
63	0	620,6	100	0				
45	0	620,6	100	0				
31,5	0	620,6	100	0				
22,4	0	620,6	100	0				
16	50,3	570,3	92	8				
11,2	55,6	514,7	83	17				
8	40,2	474,5	76	24				
5,6	25,6	448,9	72	28				
4	22,5	426,4	69	31			U d60/d10	6,7
2	34,5	391,9	63	37			Middel d50	0,94
1	67,1	324,8	52	48			Finstof	1,4
0,5	129,2	195,6	32	68				
0,25	135,9	59,7	10	90			Permeabilitetskoefficient	
0,125	42,0	17,7	3	97			k ~	0,00065
0,063	7,4	10,3	1,4	98,6				
Bund	8,8							

Afvejningstolerance 0,24 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3490

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale

Sagsnr.: 23.6857.01

Materiale: Boreprøve

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Indvindingssted: GB10 Dybde 3,5 - 4,0 m.u.t.

Udtaget dato: -

Udvaskning

Sk	371,9
Sk + J + V	637,5
Sk + J -Udv	581,2
J+V før vask	265,6
J før vask	245,6 (M1)
J efter vask	209,3 (M2)
Tab ved vask	36,3

Vandindhold

Sk	625,0
Sk + J + V	1235,5
Sk + J efter tør	1189,6
V	45,9
J =(Sk+J)-Sk	564,6
W = 100*V/J	8,13

Modtaget dato: -

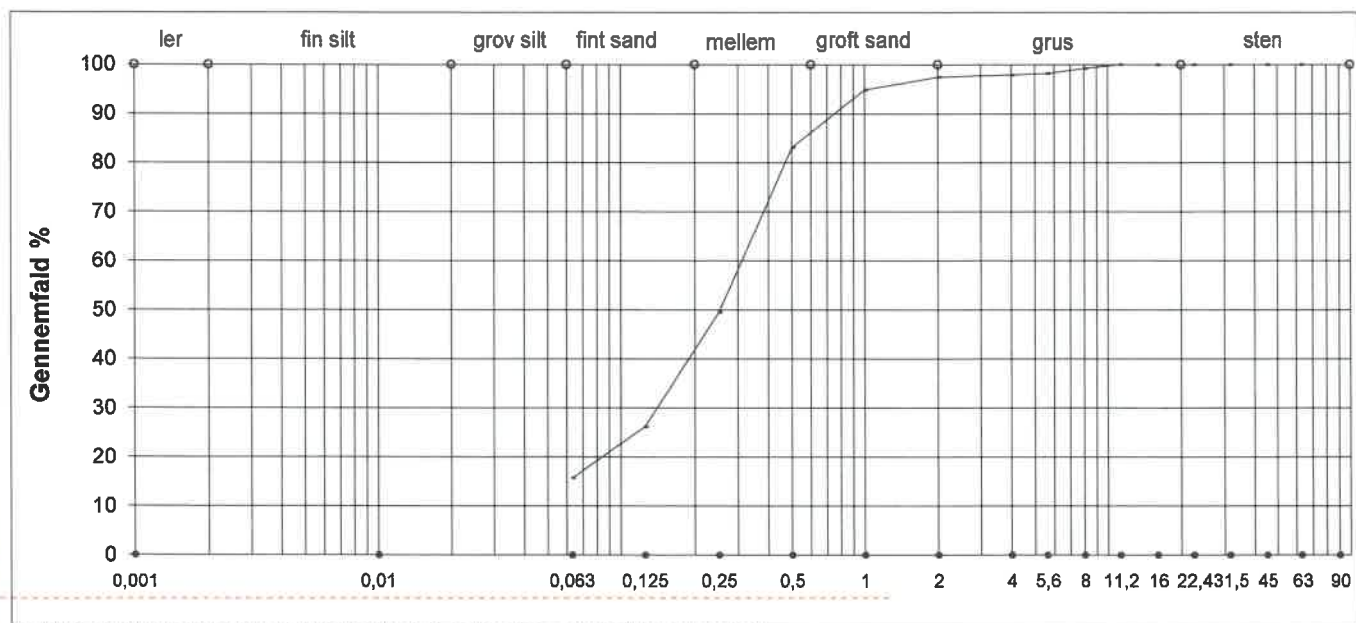
Afsluttet dato: 20-10-2023

Udtaget af: -

Udført af: SK

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	245,6	100	0				
45	0,0	245,6	100	0				
31,5	0,0	245,6	100	0				
22,4	0,0	245,6	100	0				
16	0,0	245,6	100	0				
11,2	0,0	245,6	100	0				
8	1,9	243,7	99	1				
5,6	2,7	241,0	98	2				
4	0,5	240,5	98	2			U d60/d10	Beregnes ikke
2	1,2	239,3	97	3			Middel d50	0,25
1	6,4	232,9	95	5			Finstof	15,7
0,5	28,9	204,0	83	17				
0,25	82,5	121,5	49	51			Permeabilitetskoefficient	
0,125	57,4	64,1	26	74			k ~	Beregnes ikke
0,063	25,5	38,6	16	84,3				
Bund	2,2							
Tab v vask	36,3							

Afvejningstolerance 0,05 %



Din Forsyning
Ulv sundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3491
Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale
Materiale: Boreprøve
Indvindingssted: GB11 **Dybde** 1,0 - 1,5 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

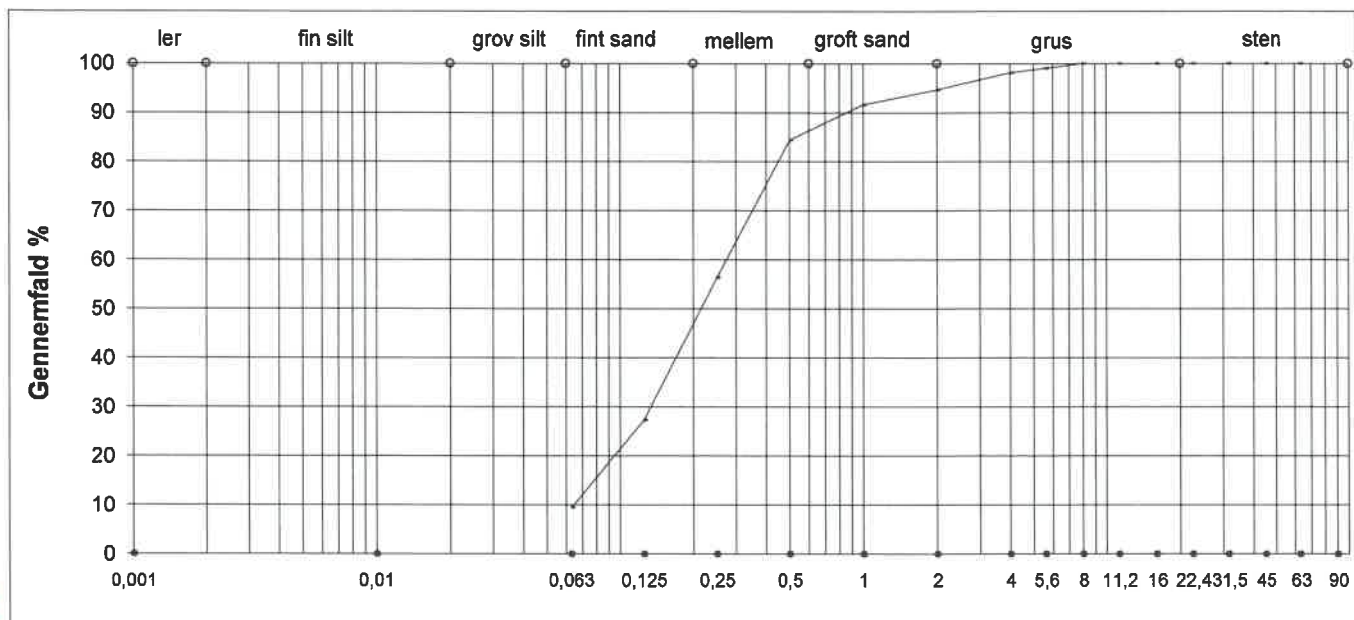
Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	630,1	Sk	626,9
Sk + J + V	871,1	Sk + J + V	1190,5
Sk + J -Udv	843,3	Sk + J efter tør	1162,0
J+V før vask	241,0	V	28,5
J før vask	228,8 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	535,1
J efter vask	213,2 (M2)	W = 100*V/J	5,33
Tab ved vask	15,6		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	228,8	100	0				
45	0,0	228,8	100	0				
31,5	0,0	228,8	100	0				
22,4	0,0	228,8	100	0				
16	0,0	228,8	100	0				
11,2	0,0	228,8	100	0				
8	0,0	228,8	100	0				
5,6	2,3	226,5	99	1				
4	2,0	224,5	98	2			U d60/d10	4,3
2	8,0	216,5	95	5			Middel d50	0,22
1	7,0	209,5	92	8			Finstof	9,4
0,5	16,5	193,0	84	16				
0,25	64,0	129,0	56	44			Permeabilitetskoefficient	
0,125	66,6	62,4	27	73			k ~	0,00004
0,063	40,5	21,9	9	90,6				
Bund	6,0							
Tab v vask	15,6							

Afvejningstolerance 0,14 %



Din Forsyning
Ulvsundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3492

Byggesag: Ansager / nedsivningspotentialer

Materiale: Boreprøve

Indvindingssted: GB12 Dybde 3,0 - 3,5 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

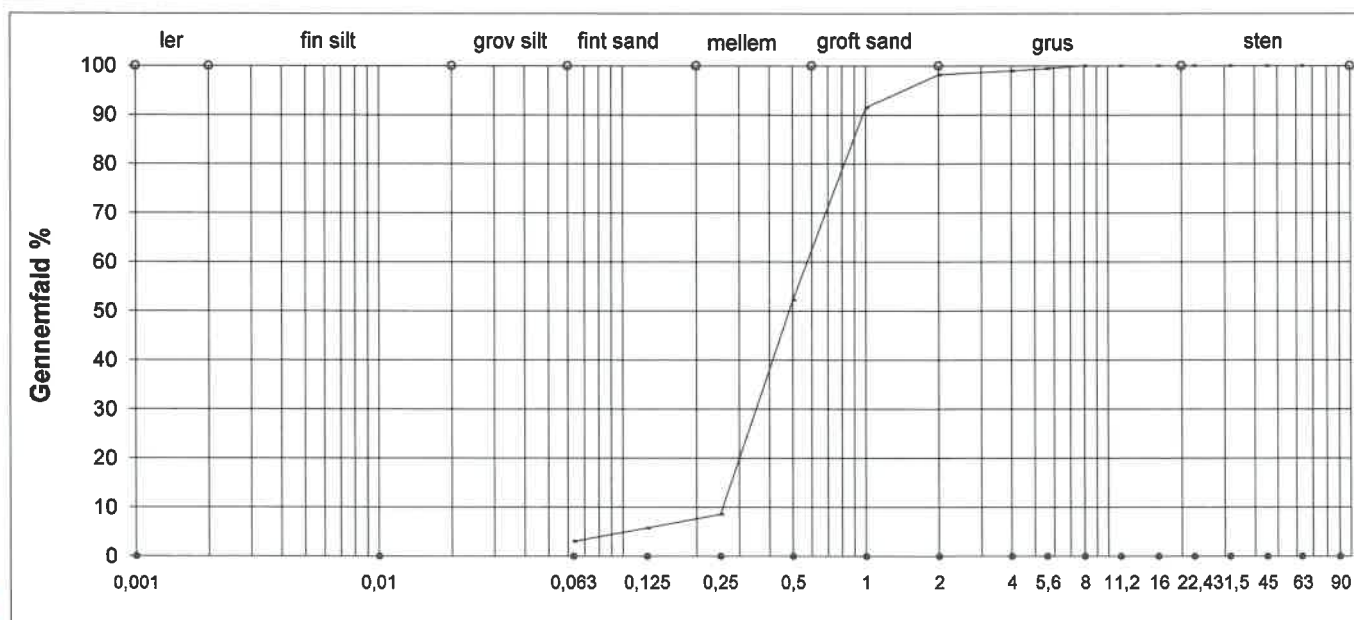
Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	631,5	Sk	633,5
Sk + J + V	894,4	Sk + J + V	1282,6
Sk + J -Udv	880,2	Sk + J efter tør	1264,8
J+V før vask	262,9	V	17,8
J før vask	255,7 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	631,3
J efter vask	248,7 (M2)	W = 100*V/J	2,82
Tab ved vask	7,0		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	255,7	100	0				
45	0,0	255,7	100	0				
31,5	0,0	255,7	100	0				
22,4	0,0	255,7	100	0				
16	0,0	255,7	100	0				
11,2	0,0	255,7	100	0				
8	0,0	255,7	100	0				
5,6	1,6	254,1	99	1				
4	1,1	253,0	99	1			U d60/d10	2,3
2	2,0	251,0	98	2			Middel d50	0,49
1	17,2	233,8	91	9			Finstof	3,0
0,5	100,3	133,5	52	48				
0,25	111,7	21,8	9	91			Permeabilitetskoefficient	
0,125	7,3	14,5	6	94			k ~	0,00067
0,063	6,7	7,8	3	97,0				
Bund	0,6							
Tab v vask	7,0							

Afvejningstolerance 0,08 %



Din Forsyning
Ulv sundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3493

Byggesag: Kloaksaneringsprojekt i Ansager

Sagsnr.: 23.6857.01

Materiale: Boreprøve

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Indvindingssted: GB13 Dybde 1,5 - 2,0 m.u.t.

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

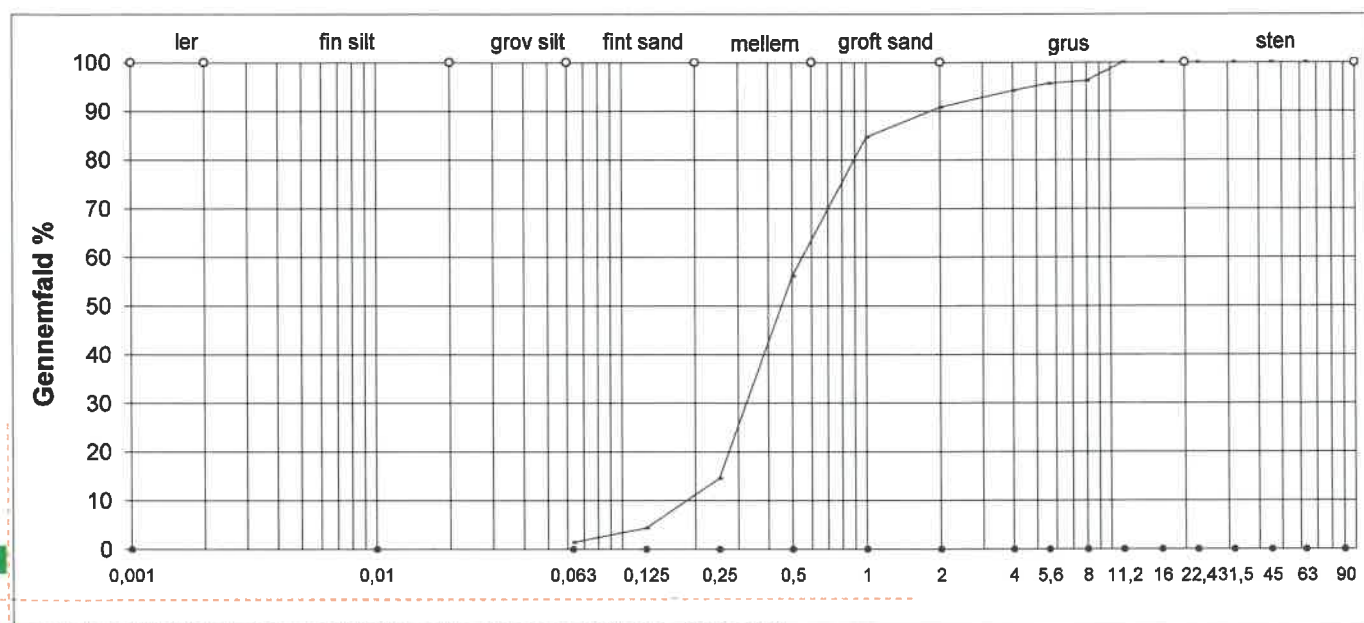
Udtaget af: -

Udført af: SK

Afvejning M1 = M2	
Bakke	629,8
Bakke + Jord	1206,5
J tør	576,7

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
63	0	576,7	100	0				
45	0	576,7	100	0				
31,5	0	576,7	100	0				
22,4	0	576,7	100	0				
16	0	576,7	100	0				
11,2	0	576,7	100	0				
8	21,8	554,9	96	4				
5,6	3,2	551,7	96	4				
4	8,5	543,2	94	6			U d60/d10	2,9
2	19,4	523,8	91	9			Middel d50	0,46
1	35,5	488,3	85	15			Finstof	1,4
0,5	165,0	323,3	56	44				
0,25	239,6	83,7	15	85			Permeabilitetskoefficient	
0,125	59,0	24,7	4	96			k ~	0,00038
0,063	16,0	8,7	1,4	98,6				
Bund	7,9							

Afvejningstolerance 0,14 %



Din Forsyning
Ulv sundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3494
Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale
Materiale: Boreprøve
Indvindingssted: GB13 **Dybde** 3,0 - 4,0 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

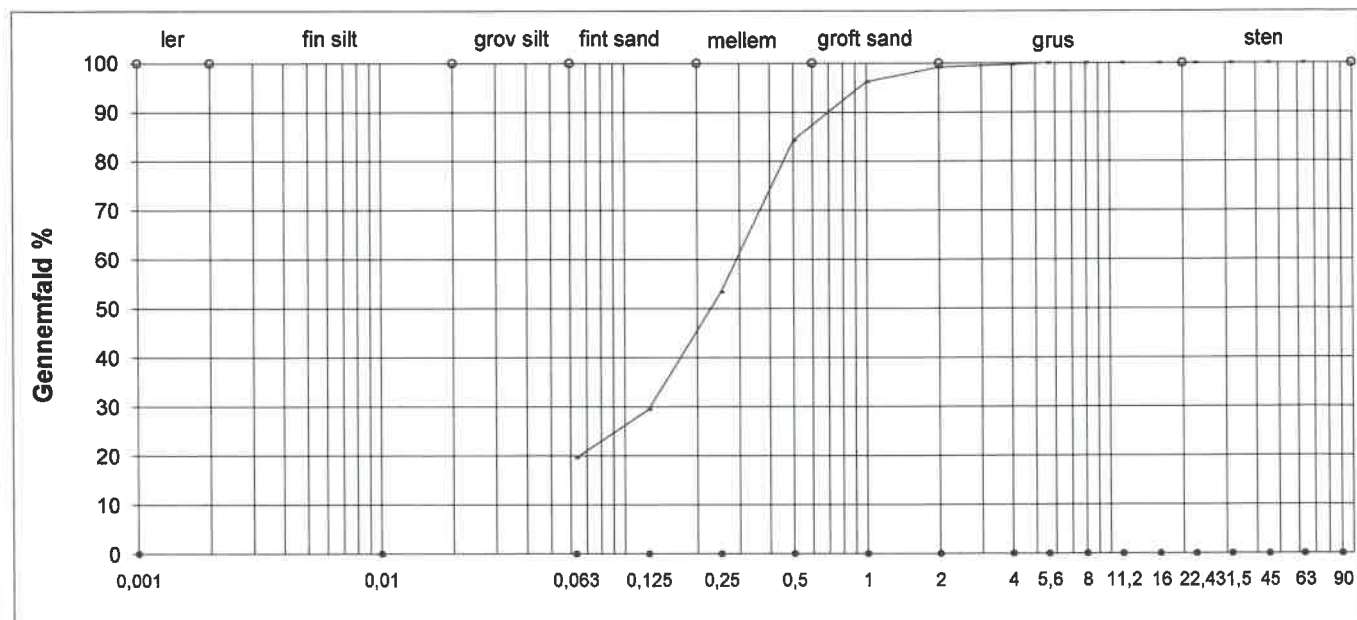
Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	384,7	Sk	626,9
Sk + J + V	681,6	Sk + J + V	1172,5
Sk + J -Udv	606,1	Sk + J efter tør	1126,8
J+V før vask	296,9	V	45,7
J før vask	272,0 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	499,9
J efter vask	221,4 (M2)	W = 100*V/J	9,14
Tab ved vask	50,6		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	272,0	100	0				
45	0,0	272,0	100	0				
31,5	0,0	272,0	100	0				
22,4	0,0	272,0	100	0				
16	0,0	272,0	100	0				
11,2	0,0	272,0	100	0				
8	0,0	272,0	100	0				
5,6	0,0	272,0	100	0				
4	1,0	271,0	100	0			U d60/d10	Beregnes ikke
2	1,3	269,7	99	1			Middel d50	0,23
1	8,0	261,7	96	4			Finstof	19,6
0,5	32,5	229,2	84	16				
0,25	84,1	145,1	53	47			Permeabilitetskoefficient	
0,125	65,2	79,9	29	71			k ~	Beregnes ikke
0,063	26,7	53,2	20	80,4				
Bund	2,6							
Tab v vask	50,6							

Afvejningstolerance 0,00 %



Din Forsyning
Ulv sundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3495
Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale
Materiale: Boreprøve
Indvindingssted: GB14 **Dybde** 2,5 - 3,0 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

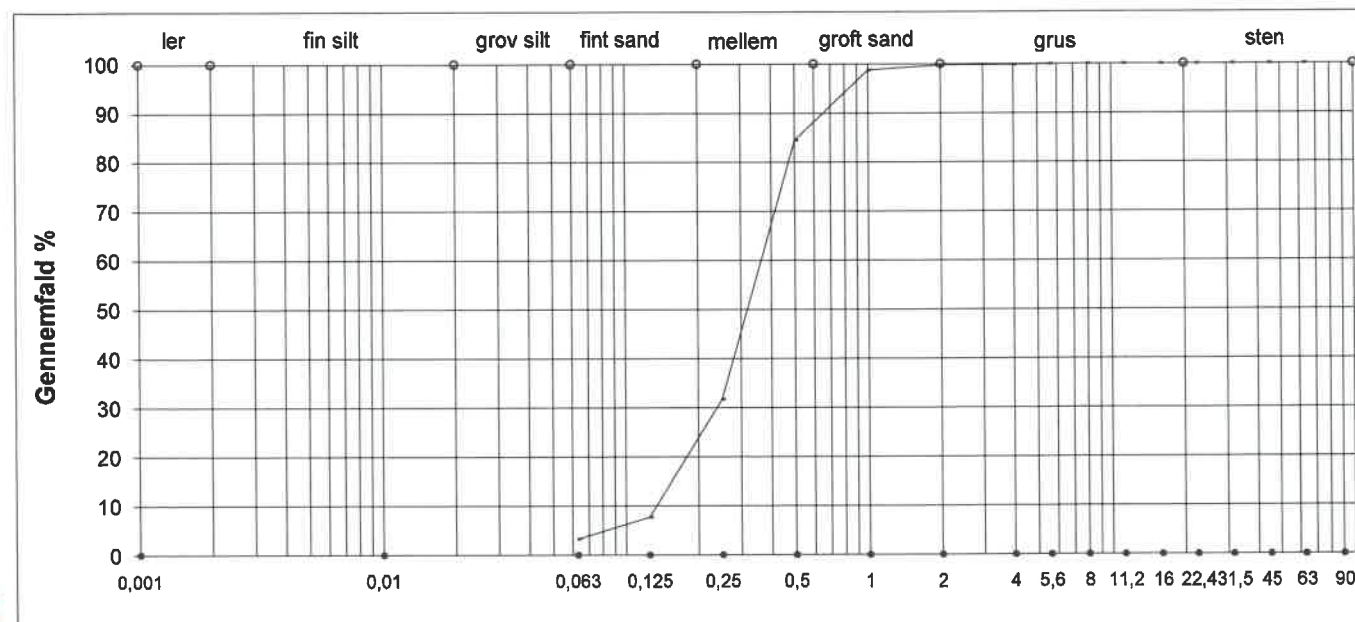
Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	406,2	Sk	625,0
Sk + J + V	696,7	Sk + J + V	1430,3
Sk + J -Udv	642,8	Sk + J efter tør	1300,0
J+V før vask	290,5	V	130,3
J før vask	243,5 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	675,0
J efter vask	236,6 (M2)	W = 100*V/J	19,30
Tab ved vask	6,9		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	243,5	100	0				
45	0,0	243,5	100	0				
31,5	0,0	243,5	100	0				
22,4	0,0	243,5	100	0				
16	0,0	243,5	100	0				
11,2	0,0	243,5	100	0				
8	0,0	243,5	100	0				
5,6	0,2	243,3	100	0				
4	0,3	243,0	100	0			U d60/d10	2,8
2	0,2	242,8	100	0			Middel d50	0,34
1	2,4	240,4	99	1			Finstof	3,2
0,5	34,8	205,6	84	16				
0,25	128,4	77,2	32	68			Permeabilitetskoefficient	
0,125	58,6	18,6	8	92			k ~	0,00019
0,063	10,2	8,4	3	96,8				
Bund	1,0							
Tab v vask	6,9							

Afvejningstolerance 0,21 %



Din Forsyning
Ulv sundvej 1
6715 Esbjerg N

Lab. prøve nr.: 3496
Byggesag: Ansager / nedsivningspotentiale
Materiale: Boreprøve
Indvindingssted: GB15 **Dybde** 1,0 - 1,5 m.u.t.

Sagsnr.: 23.6857.01

Sigteanalyse DS/EN 933-1

Udtaget dato: -

Modtaget dato: -

Afsluttet dato: 20-10-2023

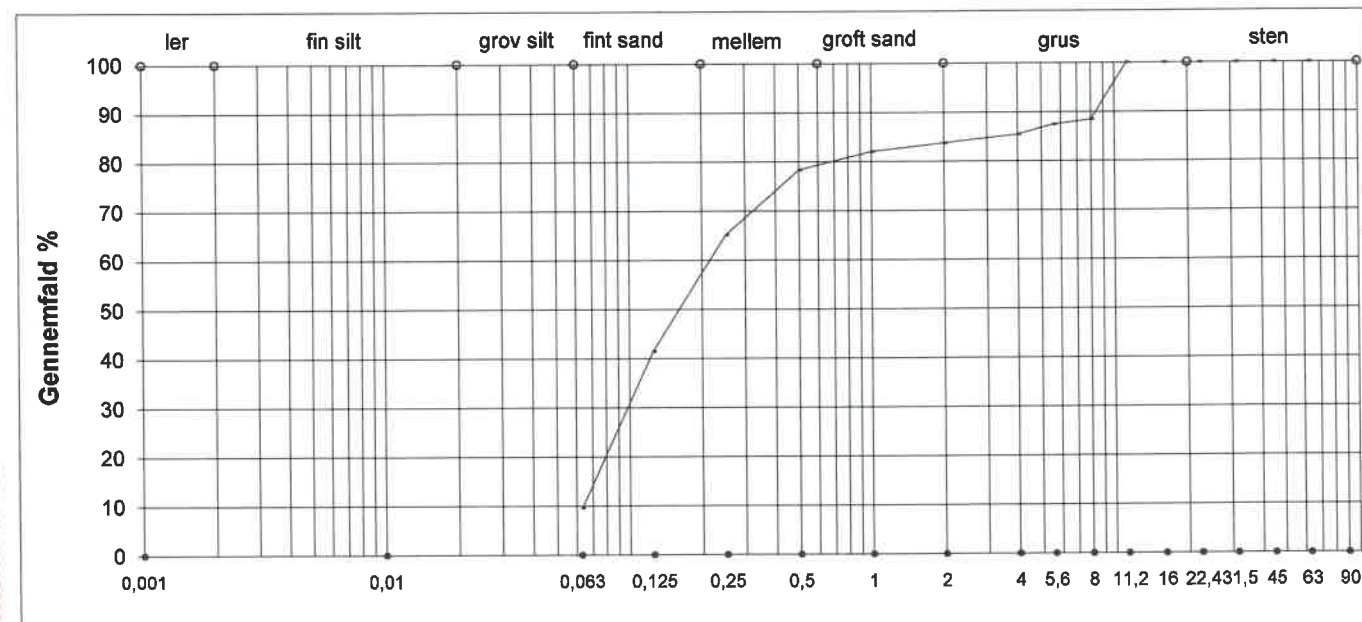
Udtaget af: -

Udført af: SK

Udvaskning		Vandindhold	
Sk	383,6	Sk	633,5
Sk + J + V	760,3	Sk + J + V	853,9
Sk + J -Udv	706,2	Sk + J efter tør	830,2
J+V før vask	376,7	V	23,7
J før vask	336,2 (M1)	J =(Sk+J)-Sk	196,7
J efter vask	322,6 (M2)	W = 100*V/J	12,05
Tab ved vask	13,6		

Sigter	Sigterest	Gennemfald	Gennemf %	Tilbageh %	Min	Max	DS/EN 933-8	SE4
90			100					
63	0,0	336,2	100	0				
45	0,0	336,2	100	0				
31,5	0,0	336,2	100	0				
22,4	0,0	336,2	100	0				
16	0,0	336,2	100	0				
11,2	0,0	336,2	100	0				
8	38,9	297,3	88	12				
5,6	3,3	294,0	87	13				
4	6,9	287,1	85	15			U d60/d10	3,5
2	5,6	281,5	84	16			Middel d50	0,17
1	5,6	275,9	82	18			Finstof	9,5
0,5	12,5	263,4	78	22				
0,25	44,4	219,0	65	35			Permeabilitetskoefficient	
0,125	79,6	139,4	41	59			k ~	0,00004
0,063	106,8	32,6	10	90,5				
Bund	18,4							
Tab v vask	13,6							

Afvejningstolerance 0,19 %



Appendiks 2

Gennemsnit (k) for andre formler



K from Grain Size Analysis Report

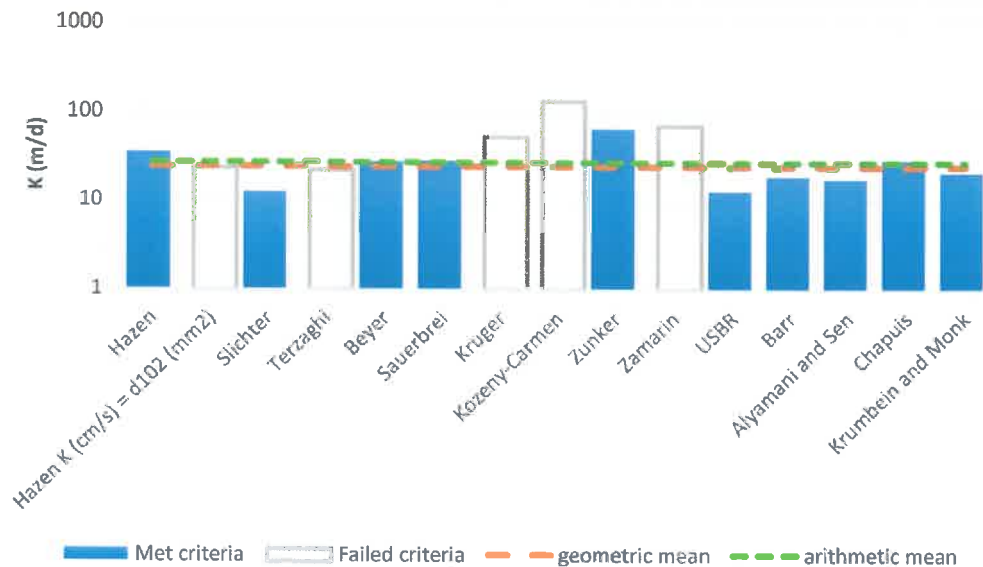
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB1 (1,5 - 2,0 m.u.t.)

Mass Sample (g): 435,3

T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,409E-01	,409E-03	35,33	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,273E-01	,273E-03	23,63	
Slichter	,146E-01	,146E-03	12,61	
Terzaghi	,256E-01	,256E-03	22,14	
Beyer	,322E-01	,322E-03	27,79	
Sauerbrei	,329E-01	,329E-03	28,46	
Kruger	,604E-01	,604E-03	52,18	
Kozeny-Carmen	,154E+00	,154E-02	132,95	
Zunker	,756E-01	,756E-03	65,30	
Zamarin	,814E-01	,814E-03	70,33	
USBR	,149E-01	,149E-03	12,92	
Barr	,218E-01	,218E-03	18,86	
Alyamani and Sen	,204E-01	,204E-03	17,59	
Chapuis	,335E-01	,335E-03	28,96	
Krumbein and Monk	,242E-01	,242E-03	20,95	
Shepherd	,340E-01	,340E-03	29,36	
geometric mean	,281E-01	0,00028	24,32	
arithmetic mean	,314E-01	,314E-03	27,10	



K from Grain Size Analysis Report

Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB2 (1,5 - 2,0 m.u.t.)

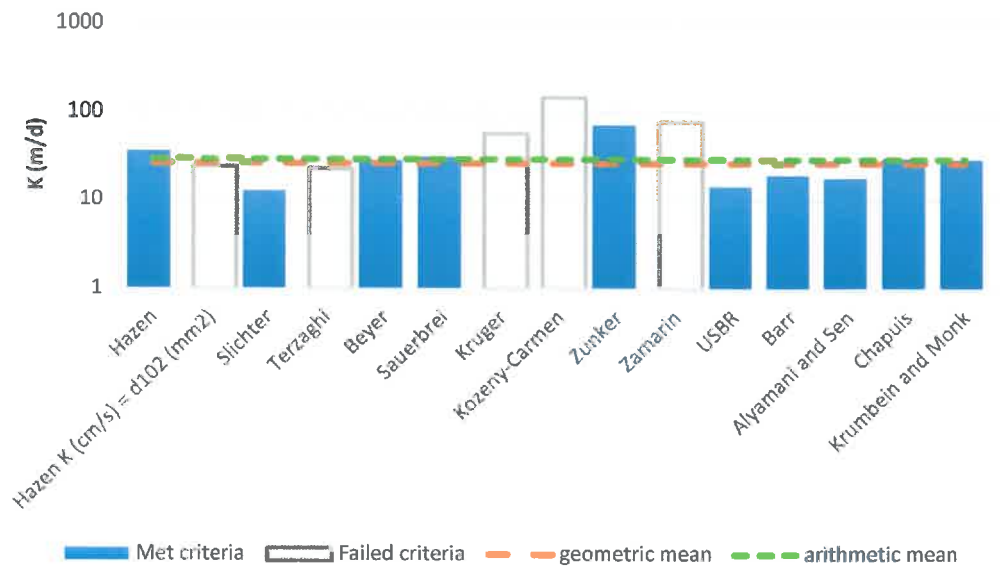
Mass Sample (g):

278,5

T (oC)

20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,415E-01	,415E-03	35,83	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,277E-01	,277E-03	23,90	
Slichter	,148E-01	,148E-03	12,82	
Terzaghi	,260E-01	,260E-03	22,50	
Beyer	,326E-01	,326E-03	28,16	
Sauerbrei	,357E-01	,357E-03	30,81	
Kruger	,656E-01	,656E-03	56,64	
Kozeny-Carmen	,167E+00	,167E-02	144,66	
Zunker	,821E-01	,821E-03	70,96	
Zamarin	,884E-01	,884E-03	76,34	
USBR	,166E-01	,166E-03	14,36	
Barr	,222E-01	,222E-03	19,20	
Alyamani and Sen	,206E-01	,206E-03	17,76	
Chapuis	,343E-01	,343E-03	29,61	
Krumbein and Monk	,335E-01	,335E-03	28,94	
Shepherd	,344E-01	,344E-03	29,70	
geometric mean	,300E-01	0,00030	25,90	
arithmetic mean	,335E-01	,335E-03	28,92	



K from Grain Size Analysis Report

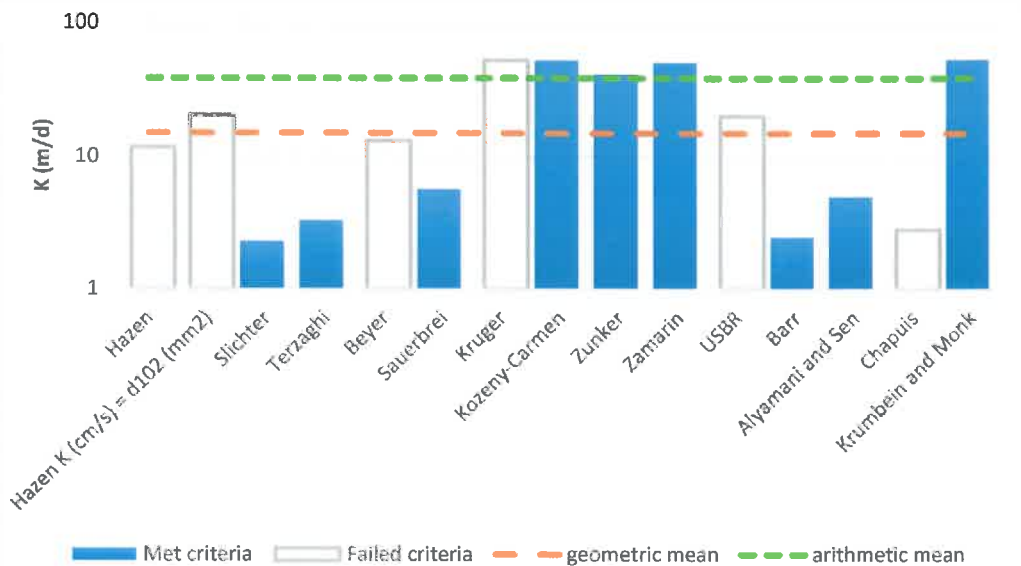
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB3 (2,5 m.u.t.)

Mass Sample (g): 540,4

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,135E-01	,135E-03	11,66	
Hazen K (cm/s) = d_{10}^2 (mm)	,235E-01	,235E-03	20,30	
Slichter	,266E-02	,266E-04	2,30	
Terzaghi	,381E-02	,381E-04	3,29	
Beyer	,152E-01	,152E-03	13,10	
Sauerbrei	,655E-02	,655E-04	5,66	
Kruger	,610E-01	,610E-03	52,66	
Kozeny-Carmen	,607E-01	,607E-03	52,45	
Zunker	,477E-01	,477E-03	41,23	
Zamarin	,585E-01	,585E-03	50,57	
USBR	,233E-01	,233E-03	20,12	
Barr	,286E-02	,286E-04	2,47	
Alyamani and Sen	,574E-02	,574E-04	4,96	
Chapuis	,324E-02	,324E-04	2,80	
Krumbein and Monk	,618E-01	,618E-03	53,39	
Shepherd	,196E+00	,196E-02	169,39	
geometric mean	,172E-01	0,00017	14,84	
arithmetic mean	,446E-01	,446E-03	38,57	



K from Grain Size Analysis Report

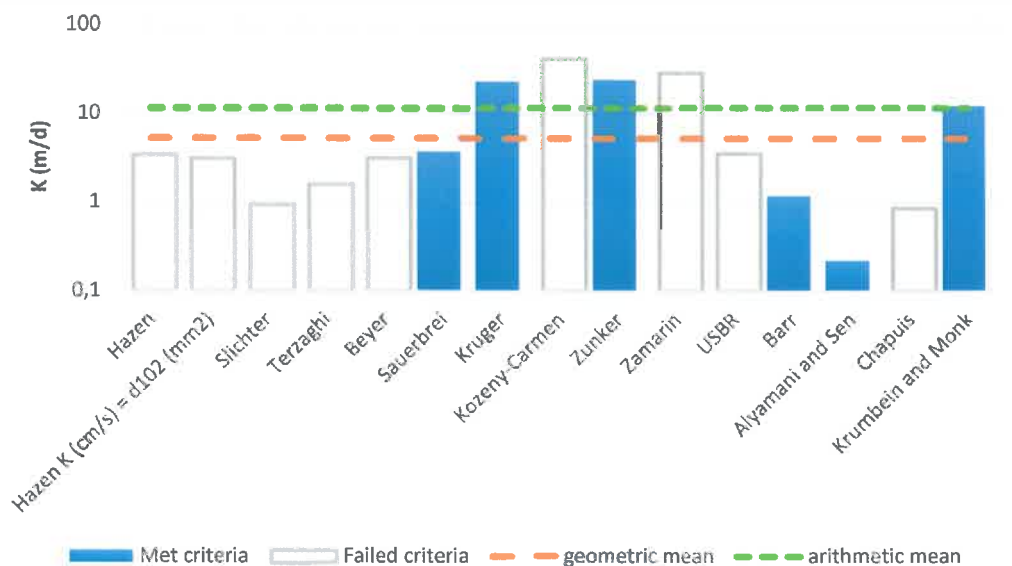
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB4 (1,0 - 1,5 m.u.t.)

Mass Sample (g): 265,5

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,396E-02	,396E-04	3,42	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,359E-02	,359E-04	3,10	
Slichter	,108E-02	,108E-04	0,93	
Terzaghi	,184E-02	,184E-04	1,59	
Beyer	,362E-02	,362E-04	3,13	
Sauerbrei	,431E-02	,431E-04	3,73	
Kruger	,265E-01	,265E-03	22,90	
Kozeny-Carmen	,476E-01	,476E-03	41,16	
Zunker	,279E-01	,279E-03	24,07	
Zamarin	,333E-01	,333E-03	28,78	
USBR	,412E-02	,412E-04	3,56	
Barr	,137E-02	,137E-04	1,19	
Alyamani and Sen	,256E-03	,256E-05	0,22	
Chapuis	,993E-03	,993E-05	0,86	
Krumbein and Monk	,142E-01	,142E-03	12,27	
Shepherd	,189E-01	,189E-03	16,30	
geometric mean	,606E-02	0,00006	5,23	
arithmetic mean	,133E-01	,133E-03	11,52	



K from Grain Size Analysis Report

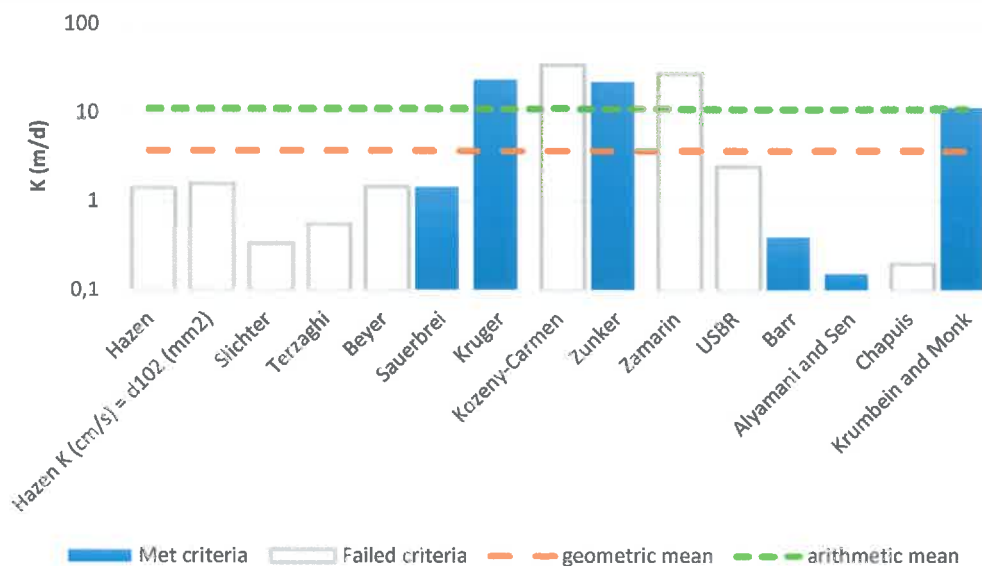
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB4 (2,0 - 2,5 m.u.t.)

Mass Sample (g): 261,5

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,166E-02	,166E-04	1,44	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,185E-02	,185E-04	1,60	
Slichter	,395E-03	,395E-05	0,34	
Terzaghi	,647E-03	,647E-05	0,56	
Beyer	,171E-02	,171E-04	1,48	
Sauerbrei	,171E-02	,171E-04	1,48	
Kruger	,277E-01	,277E-03	23,92	
Kozeny-Carmen	,403E-01	,403E-03	34,85	
Zunker	,262E-01	,262E-03	22,64	
Zamarin	,322E-01	,322E-03	27,81	
USBR	,290E-02	,290E-04	2,51	
Barr	,467E-03	,467E-05	0,40	
Alyamani and Sen	,180E-03	,180E-05	0,16	
Chapuis	,230E-03	,230E-05	0,20	
Krumbein and Monk	,133E-01	,133E-03	11,50	
Shepherd	,206E-01	,206E-03	17,79	
geometric mean	,433E-02	0,00004	3,74	
arithmetic mean	,129E-01	,129E-03	11,13	



K from Grain Size Analysis Report

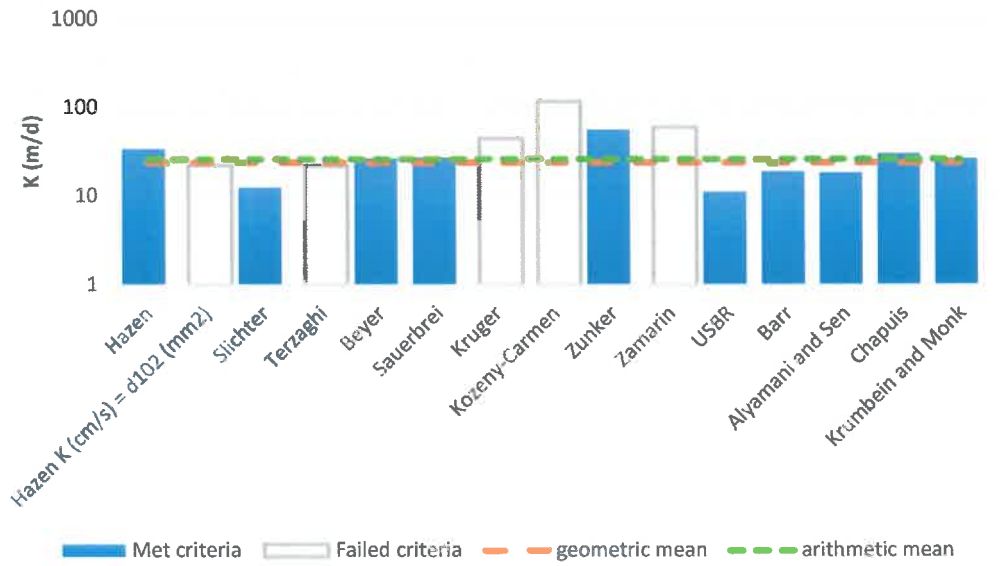
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB5 (1,5 m.u.t.)

Mass Sample (g): 301,1

T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,397E-01	,397E-03	34,33	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,259E-01	,259E-03	22,42	
Slichter	,145E-01	,145E-03	12,56	
Terzaghi	,255E-01	,255E-03	22,07	
Beyer	,310E-01	,310E-03	26,77	
Sauerbrei	,317E-01	,317E-03	27,36	
Kruger	,517E-01	,517E-03	44,68	
Kozeny-Carmen	,136E+00	,136E-02	117,14	
Zunker	,656E-01	,656E-03	56,71	
Zamarin	,698E-01	,698E-03	60,29	
USBR	,130E-01	,130E-03	11,24	
Barr	,221E-01	,221E-03	19,09	
Alyamani and Sen	,214E-01	,214E-03	18,49	
Chapuis	,350E-01	,350E-03	30,21	
Krumbein and Monk	,306E-01	,306E-03	26,46	
Shepherd	,288E-01	,288E-03	24,90	
geometric mean	,276E-01	0,00028	23,84	
arithmetic mean	,303E-01	,303E-03	26,19	



K from Grain Size Analysis Report

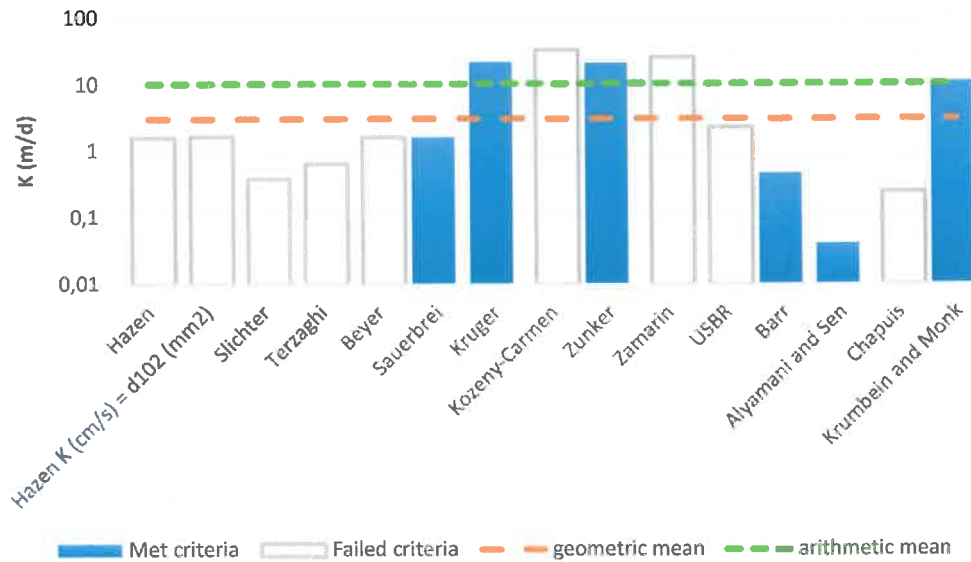
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB5 (2,0 - 2,5 m.u.t.)

Mass Sample (g): 243

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,185E-02	,185E-04	1,60	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,196E-02	,196E-04	1,69	
Slichter	,451E-03	,451E-05	0,39	
Terzaghi	,747E-03	,747E-05	0,65	
Beyer	,185E-02	,185E-04	1,60	
Sauerbrei	,187E-02	,187E-04	1,62	
Kruger	,253E-01	,253E-03	21,87	
Kozeny-Carmen	,387E-01	,387E-03	33,40	
Zunker	,245E-01	,245E-03	21,19	
Zamarin	,300E-01	,300E-03	25,92	
USBR	,266E-02	,266E-04	2,30	
Barr	,542E-03	,542E-05	0,47	
Alyamani and Sen	,474E-04	,474E-06	0,04	
Chapuis	,283E-03	,283E-05	0,24	
Krumbein and Monk	,129E-01	,129E-03	11,11	
Shepherd	,186E-01	,186E-03	16,07	
geometric mean	,355E-02	0,00004	3,07	
arithmetic mean	,120E-01	,120E-03	10,34	



K from Grain Size Analysis Report

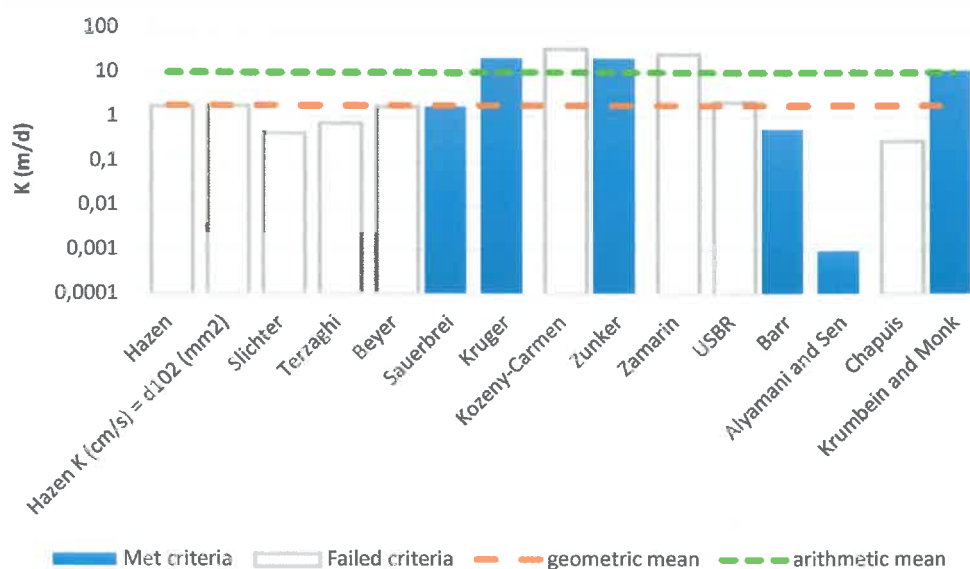
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB6 (2,5 - 3,5 m.u.t.)

Mass Sample (g): 253,7

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,201E-02	,201E-04	1,73	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,207E-02	,207E-04	1,79	
Slichter	,499E-03	,499E-05	0,43	
Terzaghi	,830E-03	,830E-05	0,72	
Beyer	,197E-02	,197E-04	1,71	
Sauerbrei	,198E-02	,198E-04	1,71	
Kruger	,246E-01	,246E-03	21,27	
Kozeny-Carmen	,387E-01	,387E-03	33,41	
Zunker	,242E-01	,242E-03	20,90	
Zamarin	,295E-01	,295E-03	25,49	
USBR	,251E-02	,251E-04	2,17	
Barr	,604E-03	,604E-05	0,52	
Alyamani and Sen	,110E-05	,110E-07	0,00	
Chapuis	,329E-03	,329E-05	0,28	
Krumbein and Monk	,129E-01	,129E-03	11,19	
Shepherd	,170E-01	,170E-03	14,65	
geometric mean	,209E-02	0,00002	1,80	
arithmetic mean	,116E-01	,116E-03	10,03	



K from Grain Size Analysis Report

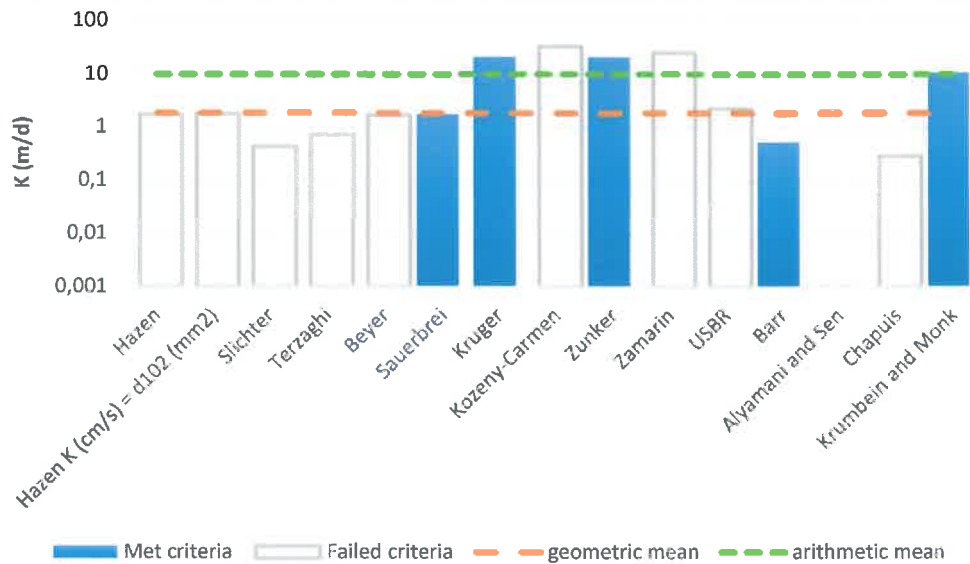
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB7 (1,5 - 2,0 m.u.t.)

Mass Sample (g): 229,7

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,201E-02	,201E-04	1,74	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,207E-02	,207E-04	1,79	
Slichter	,502E-03	,502E-05	0,43	
Terzaghi	,837E-03	,837E-05	0,72	
Beyer	,198E-02	,198E-04	1,71	
Sauerbrei	,203E-02	,203E-04	1,76	
Kruger	,244E-01	,244E-03	21,09	
Kozeny-Carmen	,385E-01	,385E-03	33,28	
Zunker	,240E-01	,240E-03	20,77	
Zamarin	,293E-01	,293E-03	25,33	
USBR	,260E-02	,260E-04	2,25	
Barr	,609E-03	,609E-05	0,53	
Alyamani and Sen	,122E-05	,122E-07	0,00	
Chapuis	,333E-03	,333E-05	0,29	
Krumbein and Monk	,124E-01	,124E-03	10,74	
Shepherd	,170E-01	,170E-03	14,66	
geometric mean	,211E-02	0,00002	1,83	
arithmetic mean	,115E-01	,115E-03	9,94	



K from Grain Size Analysis Report

Date: 20-10-2023

Sample Name:

Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB7 (2,5 - 3,0 m.u.t.)

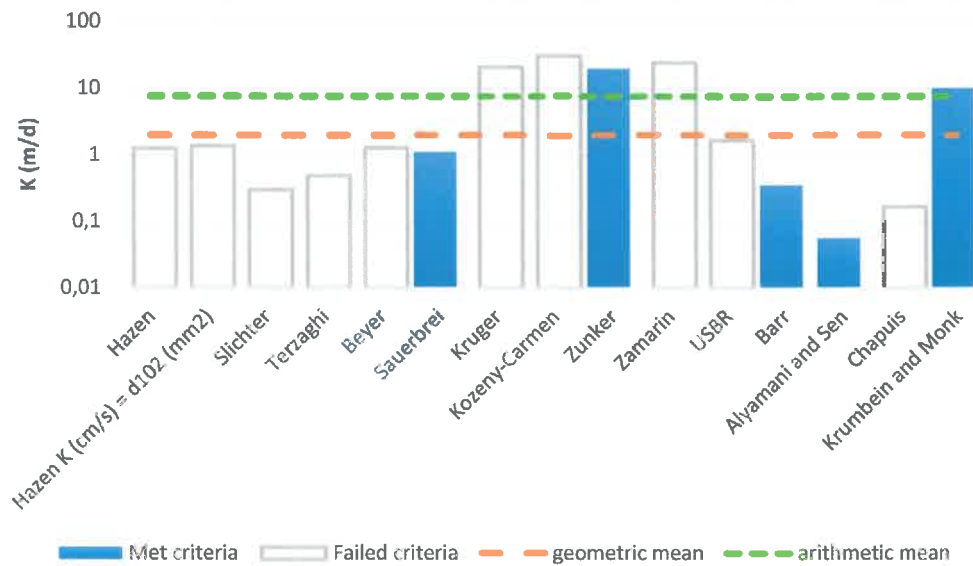
Mass Sample (g):

189,4

T (oC)

20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,144E-02	,144E-04	1,24	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,158E-02	,158E-04	1,36	
Slichter	,345E-03	,345E-05	0,30	
Terzaghi	,567E-03	,567E-05	0,49	
Beyer	,147E-02	,147E-04	1,27	
Sauerbrei	,127E-02	,127E-04	1,10	
Kruger	,241E-01	,241E-03	20,80	
Kozeny-Carmen	,356E-01	,356E-03	30,78	
Zunker	,230E-01	,230E-03	19,84	
Zamarin	,282E-01	,282E-03	24,34	
USBR	,192E-02	,192E-04	1,65	
Barr	,410E-03	,410E-05	0,35	
Alyamani and Sen	,652E-04	,652E-06	0,06	
Chapuis	,195E-03	,195E-05	0,17	
Krumbein and Monk	,116E-01	,116E-03	10,04	
Shepherd	,163E-01	,163E-03	14,08	
geometric mean	,230E-02	0,00002	1,99	
arithmetic mean	,877E-02	,877E-04	7,58	



K from Grain Size Analysis Report

Date: 20-10-2023

Sample Name:

Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB8 (2,5 - 3,0 m.u.t.)

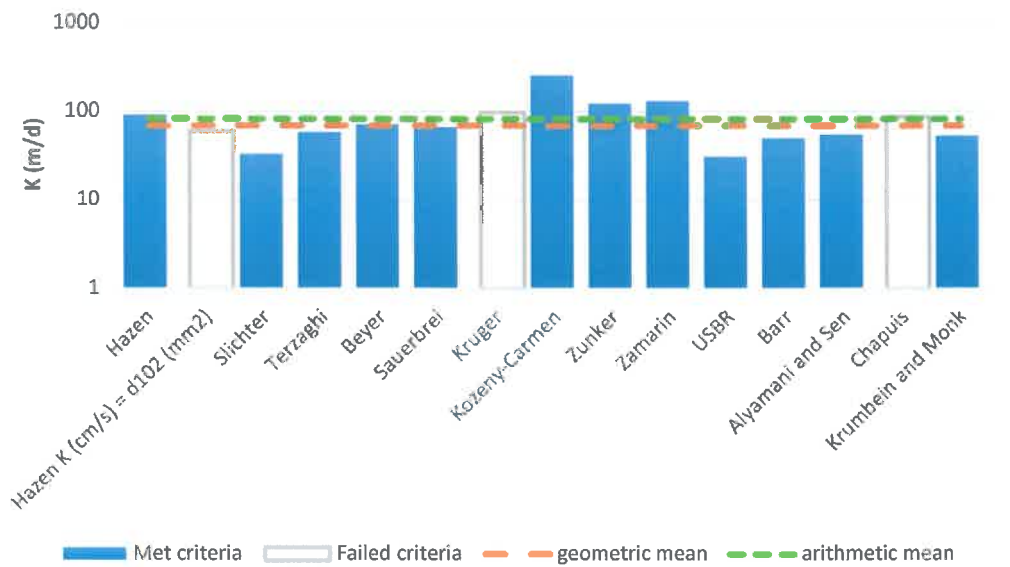
Mass Sample (g):

331

T (oC)

20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,105E+00	,105E-02	90,43	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,687E-01	,687E-03	59,35	
Slichter	,381E-01	,381E-03	32,91	
Terzaghi	,669E-01	,669E-03	57,82	
Beyer	,818E-01	,818E-03	70,64	
Sauerbrei	,768E-01	,768E-03	66,38	
Kruger	,112E+00	,112E-02	96,91	
Kozeny-Carmen	,292E+00	,292E-02	252,68	
Zunker	,142E+00	,142E-02	122,68	
Zamarin	,151E+00	,151E-02	130,77	
USBR	,356E-01	,356E-03	30,75	
Barr	,577E-01	,577E-03	49,85	
Alyamani and Sen	,630E-01	,630E-03	54,42	
Chapuis	,996E-01	,996E-03	86,06	
Krumbein and Monk	,610E-01	,610E-03	52,69	
Shepherd	,558E-01	,558E-03	48,17	
geometric mean	,790E-01	0,00079	68,21	
arithmetic mean	,944E-01	,944E-03	81,55	



K from Grain Size Analysis Report

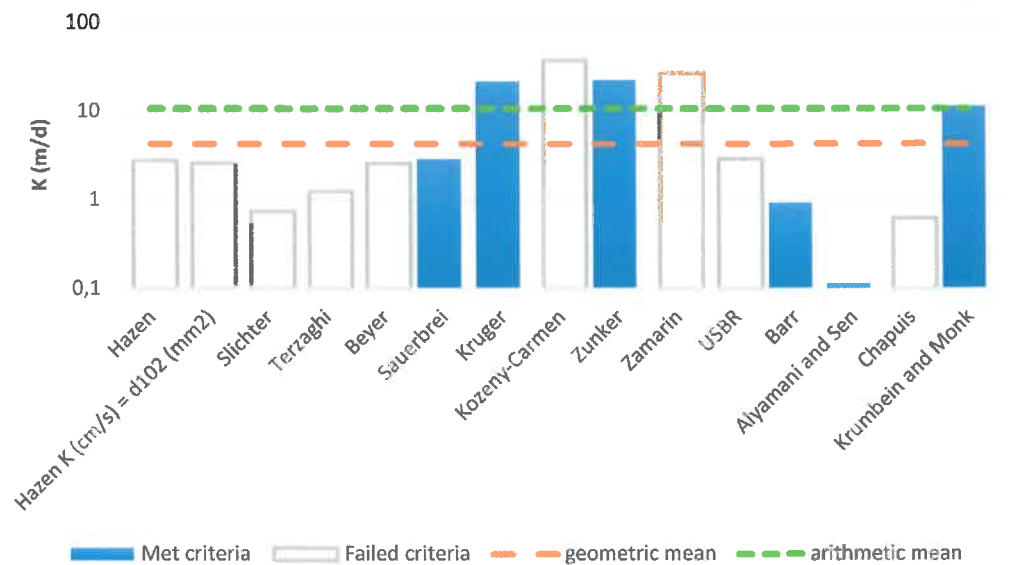
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB9 (1,5 - 2,0 m.u.t.)

Mass Sample (g): 251

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,324E-02	,324E-04	2,80	
Hazen K (cm/s) = d_{10}^2 (mm)	,303E-02	,303E-04	2,62	
Slichter	,862E-03	,862E-05	0,74	
Terzaghi	,146E-02	,146E-04	1,26	
Beyer	,301E-02	,301E-04	2,60	
Sauerbrei	,334E-02	,334E-04	2,89	
Kruger	,251E-01	,251E-03	21,64	
Kozeny-Carmen	,436E-01	,436E-03	37,63	
Zunker	,259E-01	,259E-03	22,38	
Zamarin	,311E-01	,311E-03	26,91	
USBR	,338E-02	,338E-04	2,92	
Barr	,108E-02	,108E-04	0,94	
Alyamani and Sen	,132E-03	,132E-05	0,11	
Chapuis	,723E-03	,723E-05	0,63	
Krumbein and Monk	,133E-01	,133E-03	11,47	
Shepherd	,177E-01	,177E-03	15,26	
geometric mean	,495E-02	0,00005	4,28	
arithmetic mean	,123E-01	,123E-03	10,67	



K from Grain Size Analysis Report

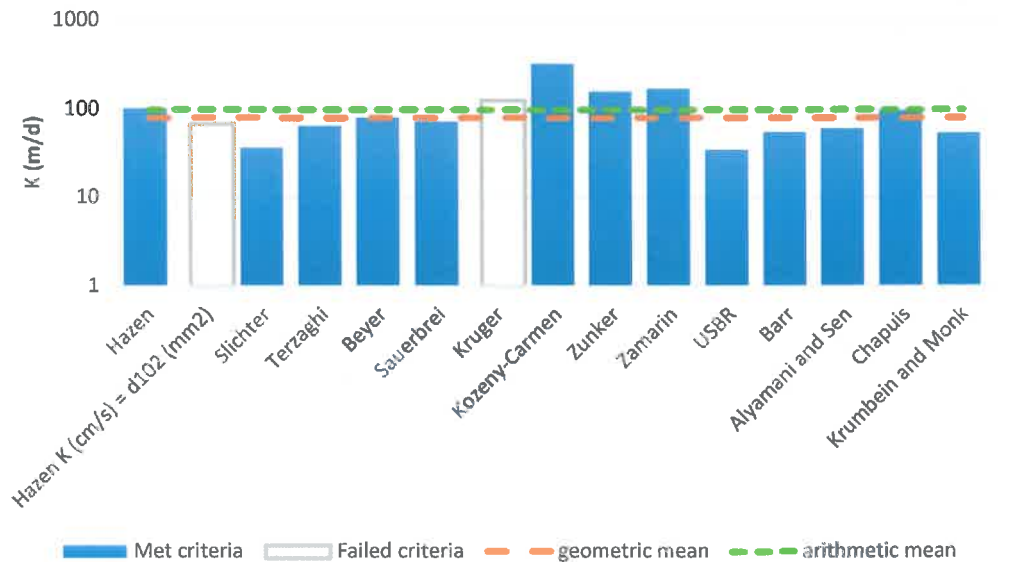
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB10 (2,0 m.u.t.)

Mass Sample (g): 435,3

T (oC) 20

Moderately well sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,117E+00	,117E-02	101,24	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,777E-01	,777E-03	67,13	
Slichter	,422E-01	,422E-03	36,46	
Terzaghi	,741E-01	,741E-03	64,02	
Beyer	,919E-01	,919E-03	79,38	
Sauerbrei	,832E-01	,832E-03	71,89	
Kruger	,145E+00	,145E-02	124,90	
Kozeny-Carmen	,372E+00	,372E-02	321,78	
Zunker	,182E+00	,182E-02	157,19	
Zamarin	,195E+00	,195E-02	168,48	
USBR	,400E-01	,400E-03	34,59	
Barr	,635E-01	,635E-03	54,84	
Alyamani and Sen	,693E-01	,693E-03	59,86	
Chapuis	,110E+00	,110E-02	94,92	
Krumbein and Monk	,615E-01	,615E-03	53,17	
Shepherd	,642E-01	,642E-03	55,49	
geometric mean	,914E-01	0,00091	78,95	
arithmetic mean	,112E+00	,112E-02	96,66	



K from Grain Size Analysis Report

Date: 20-10-2023

Sample Name:

Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB10 (2,5 m.u.t.)

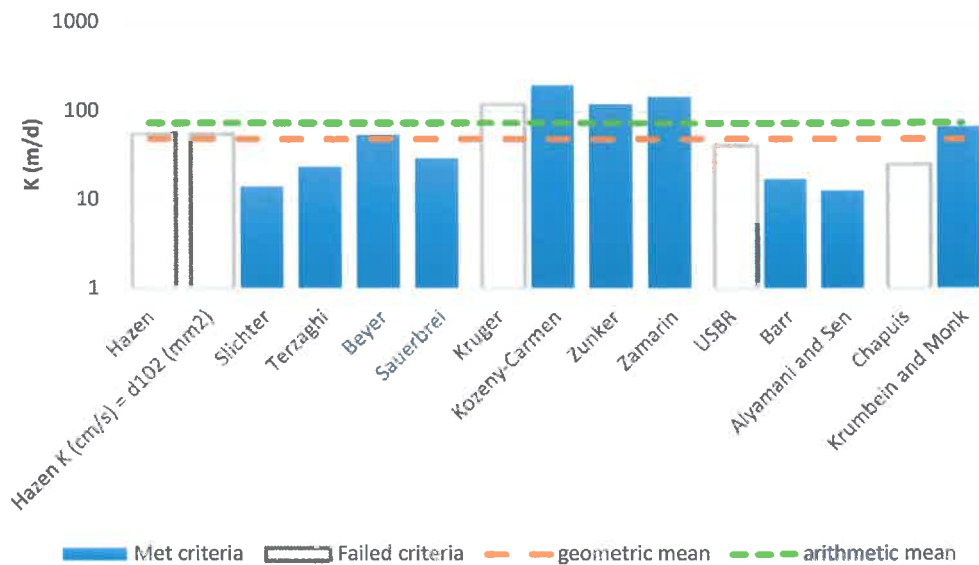
Mass Sample (g):

620,6

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,647E-01	,647E-03	55,93	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,647E-01	,647E-03	55,89	
Slichter	,165E-01	,165E-03	14,22	
Terzaghi	,276E-01	,276E-03	23,81	
Beyer	,625E-01	,625E-03	54,03	
Sauerbrei	,342E-01	,342E-03	29,56	
Kruger	,140E+00	,140E-02	120,97	
Kozeny-Carmen	,228E+00	,228E-02	196,90	
Zunker	,140E+00	,140E-02	121,06	
Zamarin	,170E+00	,170E-02	146,94	
USBR	,480E-01	,480E-03	41,46	
Barr	,202E-01	,202E-03	17,42	
Alyamani and Sen	,148E-01	,148E-03	12,79	
Chapuis	,294E-01	,294E-03	25,40	
Krumbein and Monk	,776E-01	,776E-03	67,09	
Shepherd	,150E+00	,150E-02	129,82	
geometric mean	,564E-01	0,00056	48,72	
arithmetic mean	,856E-01	,856E-03	73,97	



K from Grain Size Analysis Report

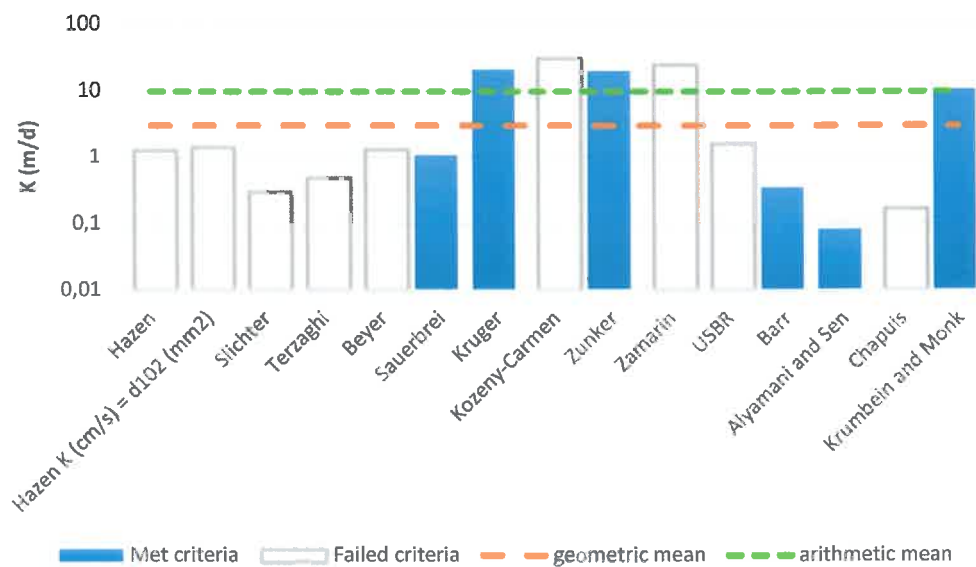
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB10 (3,5-4,0 m.u.t.)

Mass Sample (g): 245,6

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,145E-02	,145E-04	1,25	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,161E-02	,161E-04	1,39	
Slichter	,343E-03	,343E-05	0,30	
Terzaghi	,562E-03	,562E-05	0,49	
Beyer	,149E-02	,149E-04	1,29	
Sauerbrei	,124E-02	,124E-04	1,07	
Kruger	,240E-01	,240E-03	20,74	
Kozeny-Carmen	,350E-01	,350E-03	30,22	
Zunker	,227E-01	,227E-03	19,63	
Zamarin	,279E-01	,279E-03	24,11	
USBR	,181E-02	,181E-04	1,57	
Barr	,406E-03	,406E-05	0,35	
Alyamani and Sen	,946E-04	,946E-06	0,08	
Chapuis	,191E-03	,191E-05	0,17	
Krumbein and Monk	,121E-01	,121E-03	10,44	
Shepherd	,172E-01	,172E-03	14,87	
geometric mean	,341E-02	0,00003	2,95	
arithmetic mean	,111E-01	,111E-03	9,60	



K from Grain Size Analysis Report

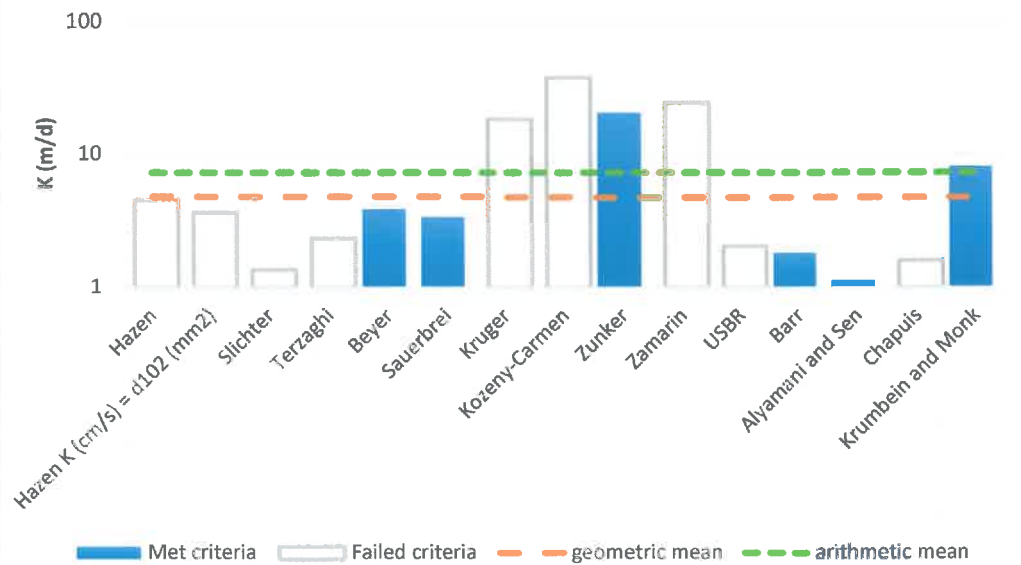
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB11 (1,0-1,5 m.u.t.)

Mass Sample (g): 228,8

T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,524E-02	,524E-04	4,52	
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	,422E-02	,422E-04	3,64	
Slichter	,157E-02	,157E-04	1,36	
Terzaghi	,272E-02	,272E-04	2,35	
Beyer	,449E-02	,449E-04	3,88	
Sauerbrei	,392E-02	,392E-04	3,39	
Kruger	,213E-01	,213E-03	18,42	
Kozeny-Carmen	,437E-01	,437E-03	37,78	
Zunker	,239E-01	,239E-03	20,69	
Zamarin	,278E-01	,278E-03	24,01	
USBR	,237E-02	,237E-04	2,05	
Barr	,211E-02	,211E-04	1,82	
Alyamani and Sen	,131E-02	,131E-04	1,13	
Chapuis	,185E-02	,185E-04	1,60	
Krumbein and Monk	,937E-02	,937E-04	8,09	
Shepherd	,139E-01	,139E-03	11,97	
geometric mean	,549E-02	0,00005	4,74	
arithmetic mean	,843E-02	,843E-04	7,28	



K from Grain Size Analysis Report

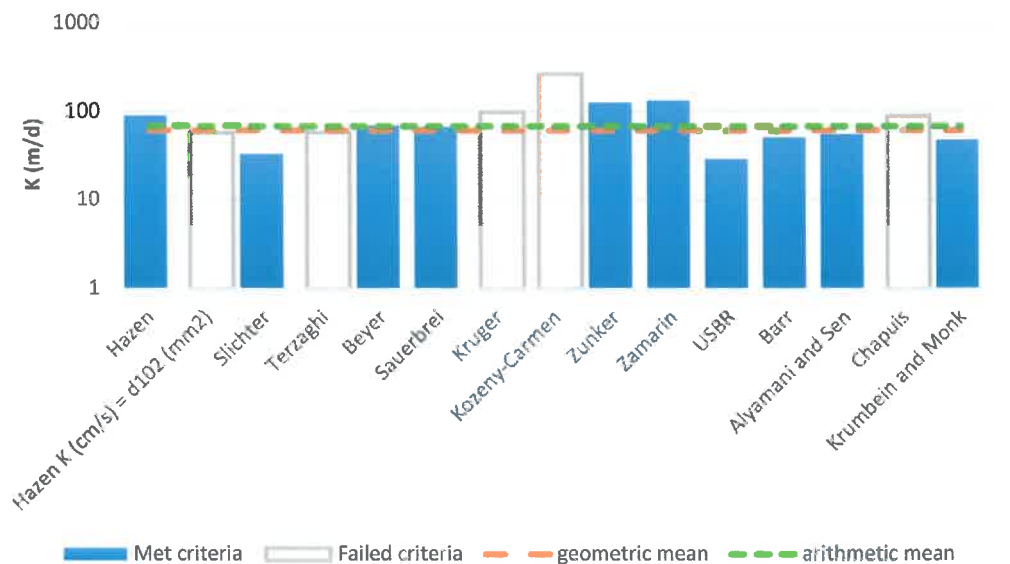
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB12(3,0-3,5 m.u.t.)

Mass Sample (g): 255,7

T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,104E+00	,104E-02	89,61	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,668E-01	,668E-03	57,72	
Slichter	,385E-01	,385E-03	33,25	
Terzaghi	,677E-01	,677E-03	58,48	
Beyer	,805E-01	,805E-03	69,57	
Sauerbrei	,774E-01	,774E-03	66,89	
Kruger	,114E+00	,114E-02	98,69	
Kozeny-Carmen	,305E+00	,305E-02	263,34	
Zunker	,146E+00	,146E-02	126,38	
Zamarin	,154E+00	,154E-02	133,27	
USBR	,336E-01	,336E-03	29,05	
Barr	,591E-01	,591E-03	51,04	
Alyamani and Sen	,644E-01	,644E-03	55,68	
Chapuis	,104E+00	,104E-02	89,64	
Krumbein and Monk	,554E-01	,554E-03	47,91	
Shepherd	,505E-01	,505E-03	43,62	
geometric mean	,701E-01	0,00070	60,57	
arithmetic mean	,785E-01	,785E-03	67,84	



K from Grain Size Analysis Report

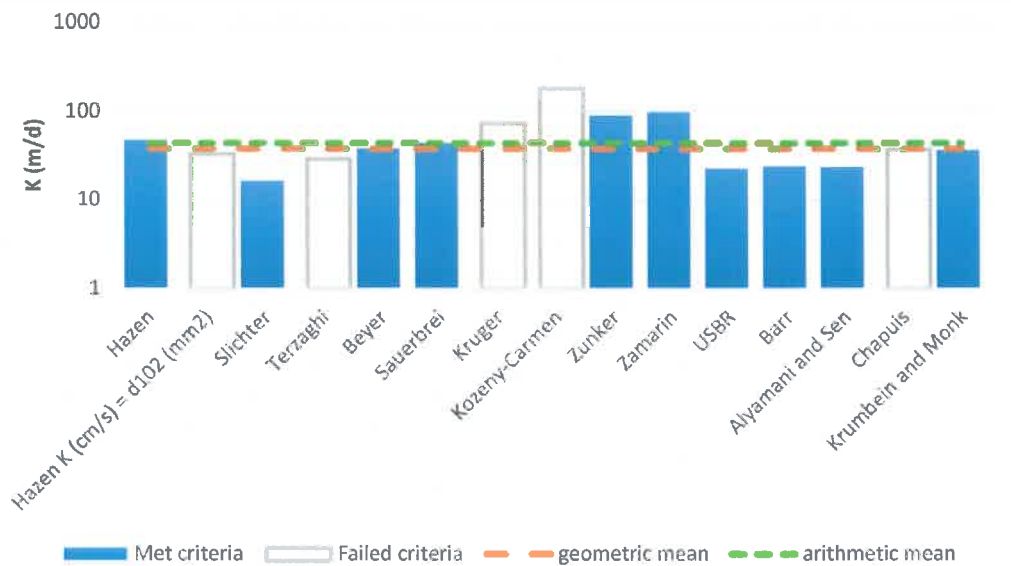
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB13(1,5-2,0 m.u.t.)

Mass Sample (g): 576,7

T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,550E-01	,550E-03	47,51	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,380E-01	,380E-03	32,80	
Slichter	,190E-01	,190E-03	16,43	
Terzaghi	,333E-01	,333E-03	28,77	
Beyer	,438E-01	,438E-03	37,85	
Sauerbrei	,506E-01	,506E-03	43,70	
Kruger	,845E-01	,845E-03	72,98	
Kozeny-Carmen	,207E+00	,207E-02	178,93	
Zunker	,104E+00	,104E-02	89,59	
Zamarin	,113E+00	,113E-02	98,06	
USBR	,261E-01	,261E-03	22,59	
Barr	,278E-01	,278E-03	24,06	
Alyamani and Sen	,272E-01	,272E-03	23,48	
Chapuis	,427E-01	,427E-03	36,86	
Krumbein and Monk	,422E-01	,422E-03	36,45	
Shepherd	,465E-01	,465E-03	40,16	
geometric mean	,435E-01	0,00044	37,59	
arithmetic mean	,505E-01	,505E-03	43,63	



K from Grain Size Analysis Report

Date: 20-10-2023

Sample Name:

Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB13(3,0-4,0 m.u.t.)

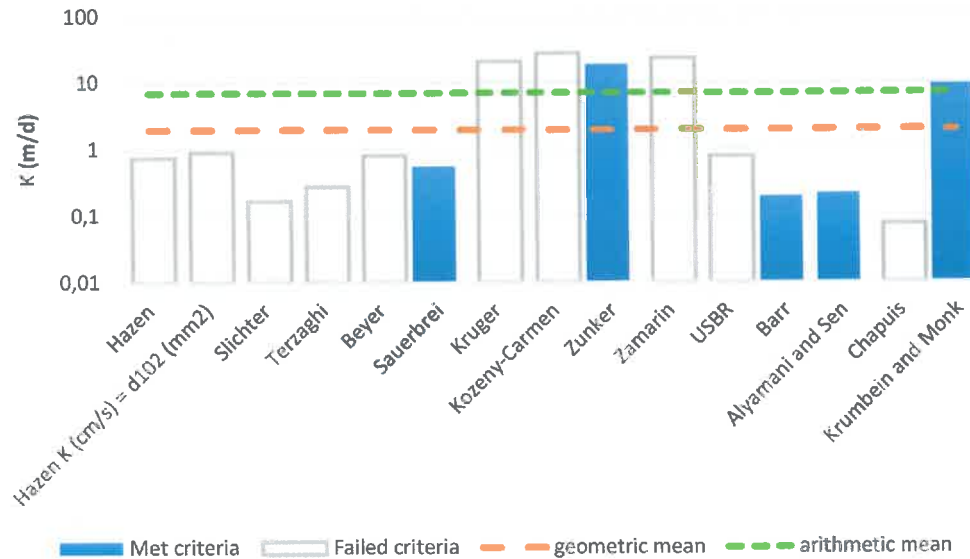
Mass Sample (g):

272

T (oC)

20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,858E-03	,858E-05	0,74	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,104E-02	,104E-04	0,90	
Slichter	,195E-03	,195E-05	0,17	
Terzaghi	,313E-03	,313E-05	0,27	
Beyer	,923E-03	,923E-05	0,80	
Sauerbrei	,639E-03	,639E-05	0,55	
Kruger	,237E-01	,237E-03	20,50	
Kozeny-Carmen	,320E-01	,320E-03	27,67	
Zunker	,216E-01	,216E-03	18,68	
Zamarin	,267E-01	,267E-03	23,04	
USBR	,910E-03	,910E-05	0,79	
Barr	,225E-03	,225E-05	0,19	
Alyamani and Sen	,250E-03	,250E-05	0,22	
Chapuis	,862E-04	,862E-06	0,07	
Krumbein and Monk	,108E-01	,108E-03	9,37	
Shepherd	,149E-01	,149E-03	12,86	
geometric mean	,224E-02	0,00002	1,93	
arithmetic mean	,808E-02	,808E-04	6,98	



K from Grain Size Analysis Report

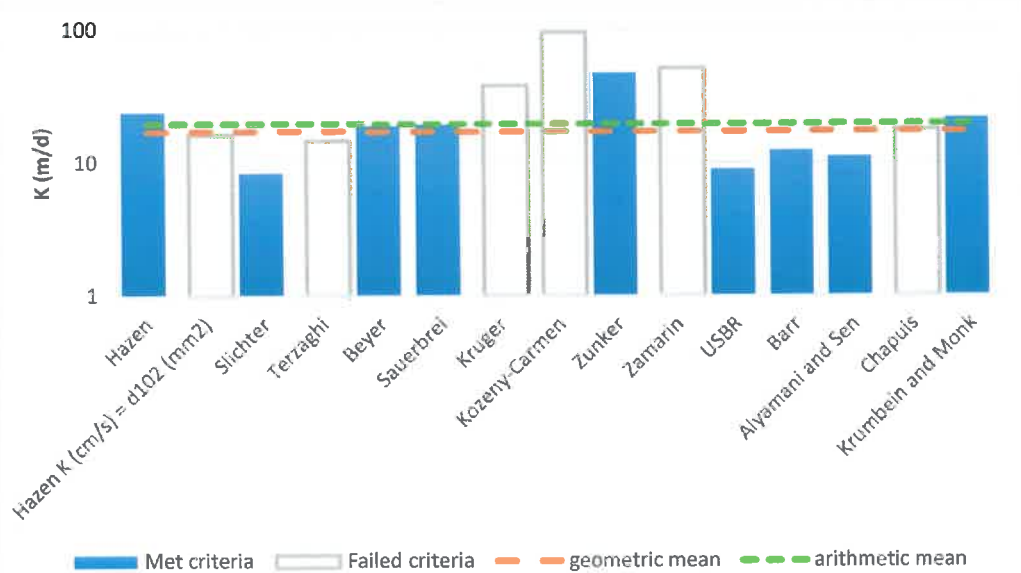
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB14 (2,5 3,0 m.u.t.)

Mass Sample (g): 243,5

T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,277E-01	,277E-03	23,91	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,188E-01	,188E-03	16,28	
Slichter	,970E-02	,970E-04	8,38	
Terzaghi	,170E-01	,170E-03	14,69	
Beyer	,219E-01	,219E-03	18,94	
Sauerbrei	,225E-01	,225E-03	19,46	
Kruger	,443E-01	,443E-03	38,25	
Kozeny-Carmen	,110E+00	,110E-02	95,30	
Zunker	,548E-01	,548E-03	47,33	
Zammarin	,596E-01	,596E-03	51,46	
USBR	,104E-01	,104E-03	8,95	
Barr	,143E-01	,143E-03	12,38	
Alyamani and Sen	,128E-01	,128E-03	11,10	
Chapuis	,205E-01	,205E-03	17,74	
Krumbein and Monk	,250E-01	,250E-03	21,57	
Shepherd	,274E-01	,274E-03	23,70	
geometric mean	,198E-01	0,00020	17,15	
arithmetic mean	,227E-01	,227E-03	19,57	



K from Grain Size Analysis Report

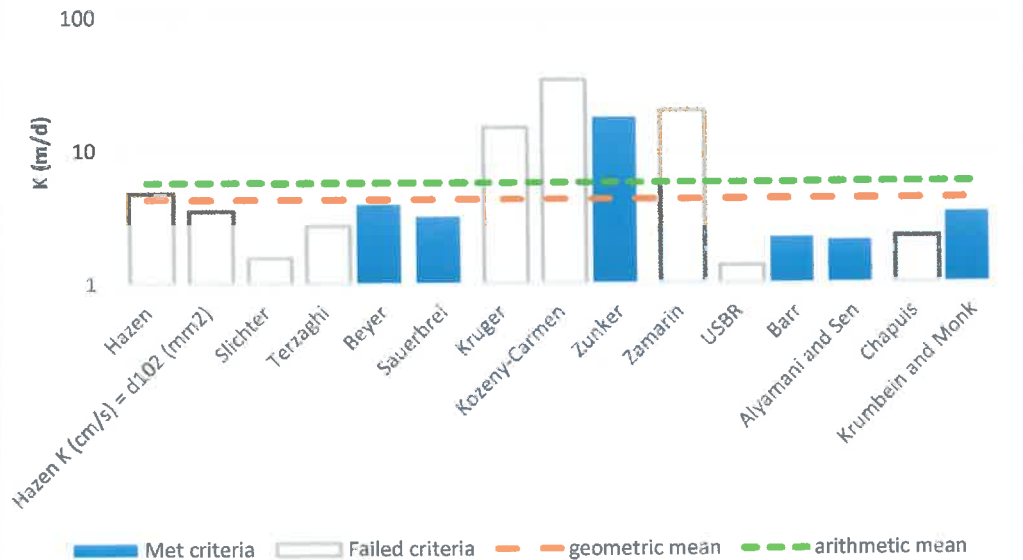
Date: 20-10-2023

Sample Name: Kloaksaneringsprojekt i Ansager - GB15 (1,0-1,5 m.u.t.)

Mass Sample (g): 336,2

T (oC) 20

Moderately well sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d	de
Hazen	,556E-02	,556E-04	4,80	
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	,409E-02	,409E-04	3,53	
Slichter	,181E-02	,181E-04	1,56	
Terzaghi	,316E-02	,316E-04	2,73	
Beyer	,455E-02	,455E-04	3,93	
Sauerbrei	,368E-02	,368E-04	3,18	
Kruger	,172E-01	,172E-03	14,90	
Kozeny-Carmen	,393E-01	,393E-03	33,99	
Zunker	,204E-01	,204E-03	17,65	
Zamarin	,230E-01	,230E-03	19,85	
USBR	,157E-02	,157E-04	1,36	
Barr	,255E-02	,255E-04	2,20	
Alyamani and Sen	,241E-02	,241E-04	2,09	
Chapuis	,260E-02	,260E-04	2,24	
Krumbein and Monk	,391E-02	,391E-04	3,38	
Shepherd	,889E-02	,889E-04	7,68	
geometric mean	,496E-02	0,00005	4,28	
arithmetic mean	,663E-02	,663E-04	5,73	