



Råstofkortlægning efter sand, grus og sten ved Keldsømade

Råstofkortlægning ved Keldsømade, Kalundborg og
Slagelse kommuner

Marts 2024



Råstofkortlægning efter sand, grus og sten

ved Keldsømade

Råstofkortlægning ved Keldsømade, Kalundborg og
Slagelse kommuner

Projekt navn **Råstofkortlægning i syv delområder for Region Sjælland**
Projektnr. **1100050740**
Modtager **Region Sjælland**
Dokumenttype **Rapport**
Version **1.0**
Dato **21-03-2024**
Udarbejdet af **Lars Holm Thomsen**
Kontrolleret af **Mia Bering Holdensen**
Godkendt af **Joakim Hollenbo Westergaard**
Beskrivelse **Råstofkortlægning efter sand, grus og sten ved Keldsømade.**

Rambøll
Olof Palmes Allé 22
DK-8200 Aarhus N

T +45 5161 1000
<https://dk.ramboll.com>

Rambøll Danmark A/S
CVR NR. 35128417

Indhold

1.	Resumé	2
2.	Indledning	3
2.1	Geologi	3
3.	Datagrundlag	5
3.1	Eksisterende data	5
3.2	Den gennemførte kortlægning	5
3.2.1	Geofysisk kortlægning med tTEM	5
3.2.2	Råstofboringer	5
4.	Resultater	7
4.1	tTEM data	7
4.2	Råstofboringer	7
4.2.1	Geologisk prøvebeskrivelse	7
4.2.2	Kornstørrelsesanalyser	7
4.3	Tolkning af data	10
4.3.1	Råstofforekomster	10
5.	Råstofforekomsten	12
5.1	Råstofkvalitet	12
6.	Referencer	12

Bilag

1.	Geomorfologi
2.	Jordartskort
3.	Topografisk kort
4.	Boringer og Geofysik
5.	Sigtekurver
6.	Kumulerede sigtekurver
7.	tTEM Område Keldsømade
8.	Boreprofiler
9.	Råstofforekomster

1. Resumé

Der er gennemført råstofgeologisk kortlægning ved Keldsømade i Kalundborg Kommune. En mindre del af undersøgelsesarealet ligger i Slagelse Kommune. Kortlægningsområdet er beliggende syd for Høng og har et areal på ca. 1,1 km².

Kortlægningen blev indledt med en fladedækkende geofysisk kortlægning med tTEM, som er indsamlet med en linjeafstand på 50 m. Efterfølgende er der på baggrund af de geofysiske undersøgelser samt viden fra eksisterende borer planlagt og udført 4 borer indenfor området. Borerne er boret til dybder imellem 10-22 m. Der er udført analyser i form af sigtninger af udvalgte jordprøver, men ikke udført analyser med Methylen-blåt.

Rambøll har på baggrund af ny og eksisterende data foretaget en vurdering af råstoffernes udbredelse og kvalitet i området.

Der er truffet råstofinteressante aflejringer i 3 af de 4 nyudførte borer, og forekomsternes tykkelse varierer imellem 1,2 til 19,3 m. Der findes dog kun forekomster af indvindingsmæssig interesse i 2 ud af de 4 borer grundet stor overjordstykkelse ved en af borerne. Terrænnære råstofinteresser findes primært i den centrale og østlige del af undersøgelsesområdet, mens dybereliggende forekomster også findes i den vestlige del.

De terrænnære råstoffer er af en kvalitet, som er vurderet egnet til enten bundsikringsand eller kan oparbejdes til stabilt grus.

Det dybereliggende råstof er kun kortlagt på baggrund af geofysik og kvaliteten af det er derfor ukendt. Det ligger desuden under betydelige tykkelser af over- og overskudsjord, som anslås at udgøre 6-15 meter.

Overjordstykkelsen vedrørende de terrænnære forekomster udgør kun muldlaget og er derfor kun op til 0,5 meter.

Det terrænnære råstof er opdelt i 2 forekomster. Den centrale Forekomst 1, som har størst udbredelse, består af morænesand og -grus samt smeltevandssand. Forekomsten er undersøgt ved at udføre en enkelt sigteanalyse på en blandeprøve fra enheden. Tykkelsen udgør kun op til 4-5 meter og varierer sandsynligvis meget i tykkelse og kvalitet. Den østligste Forekomst 2, som har en meget mindre udbredelse, består af ca. 20 meter smeltevandsaflejret fint – groft sand med en betydelig mængde grus i den dybeste halvdel.

Kvaliteten af den dybest liggende Forekomst 3 er som nævnt ukendt.

2. Indledning

Region Sjælland har gennemført råstofgeologisk kortlægning i flere områder i Kalundborg Kommune. Denne rapport omhandler undersøgelsesområdet Keldsømade, som er beliggende syd for Høng by, se Figur 2-1. Området, som har et areal på ca. 1,1 km², er ikke udlagt som interesseområde for råstoffer. Formålet med kortlægningen er at afdække mængden og kvaliteten af råstoffer i form af sand, grus og sten i området.

Undersøgelsesområdet Keldsømade ligger ikke i nærheden af eksisterende graveområder, hvor der indvindes råstoffer.



Figur 2-1: Oversigt over kortlægningsområdet.

På baggrund af nyt og eksisterende data i form af borer og geofysik er der foretaget en vurdering af mængden og kvaliteten af råstoffer indenfor undersøgelsesområdet. Kvaliteten vurderes på baggrund af geologiske prøvebeskrivelser og sigteanalyser. Volumenvurderinger er foretaget på baggrund af nye og eksisterende boringsdata og geofysiske data samt viden om kornstørrelsesfordeling fra sigteanalyser.

2.1 Geologi

Jf. det geomorfologiske kort i Bilag 1 ligger de centrale dele af kortlægningsområdet indenfor områder, som er karakteriseret af smeltevandssand afsat i en smeltevandsfloddal som indenfor området har et nordøst-sydvestligt forløb. Nord og syd for denne findes moræne- og dødisaflejringer.

Som det fremgår af jordartskortet i Bilag 2, består de terrænnære aflejringer indenfor den centrale del af kortlægningsområdet fortrinsvis af ferskvandsaflejret sand og smeltevandssand. Lokalt er der kortlagt mindre områder med tørve- og gytjeforekomster. I områderne nord og syd for er der kortlagt moræneler.

Selvom smeltevandsaflejringerne i området er angivet som glaciale af alder på jordartskortet, må det forventes, at en del af de mest overfladenære smeltevandsaflejringer er af senglacial alder, dvs. aflejret under afsmeltningen af Weichsel isen i de dele af området, der er karakteriseret som hedeslette på det geomorfologiske kort (Bilag 1). Grænsen imellem senglacialt og glacialt smeltevandssand er dog vanskelig at fastslå i den geologiske prøvebeskrivelse, og det er derfor besluttet at alle smeltevandsaflejringer angives som glaciale af alder. Dette er også i tråd med traditionen ved GEUS' jordprøvelaboratorium, hvor symbolerne for senglaciale smeltevandsaflejringer (præfix "T") kun benyttes på jordartskortene, mens smeltevandsaflejringer i boringer altid betegnes som dilluvial-aflejringer (glaciale smeltevandsaflejringer (præfix "D").

På baggrund af det geomorfologiske kort og jordartskortet forventes de mest råstofinteressante aflejringer i de centrale dele af kortlægningsområdet.

Som det ses på det topografiske kort i Bilag 3 findes de laveste områder i den centrale del af kortlægningsområdet med terrænkoter fra ca. 7,5 m i vest og op til ca. 17,5 m i øst. Nord og syd for stiger terrænet til ca. kote 22 – 30 m og lokalt op til over 30 m helt mod sydøst. Den centrale, smeltevandsprægede del udgør således et lavereliggende dalstrøg, flankeret af højereliggende moræne- og dødisaflejringer.

3. Datagrundlag

Datagrundlaget omfatter dels eksisterende data, dels nye data indsamlet i forbindelse med nærværende kortlægning.

3.1 Eksisterende data

Der findes eksisterende geofysiske data i GERDA-databasen /1/ i form af SkyTEM udført i 2013 og MEP fra 2014. Placeringen af de geofysiske data fremgår af Bilag 4.

Der findes ingen eksisterende boringer i Jupiter databasen /2/ indenfor undersøgelsesområdet.

Der er ikke tidligere udført råstofkortlægninger i området eller i umiddelbar nærhed.

Der er herudover anvendt eksisterende kortmateriale i planlægningsarbejdet og den efterfølgende tolkning af råstofforekomsterne:

- Jordartskort /3/ og geomorfologiske kort /4/.
- Digital terrænmodel /5/
- Luftfotos
- Topografiske kort

3.2 Den gennemførte kortlægning

Der er indsamlet ny data i form af geofysik og boringer til at belyse mængden af råstof i området. Den geofysiske kortlægning er udført med tTEM-metoden. Boringsplaceringer og placering af geofysiske linjer fremgår af Bilag 4.

3.2.1 Geofysisk kortlægning med tTEM

Rambøll har udført kortlægning med tTEM d. 8. november 2021. Der er udført fladedækkende kortlægning i størstedelen af området med en linjeafstand ca. 50 m. I mindre områder i undersøgelsesområdets østligste del, var det ikke muligt at indsamle data. Den geofysiske kortlægning er afrapporteret særskilt og vedlagt i Bilag 7.

3.2.2 Råstofboringer

Der er på baggrund af de geofysiske undersøgelser udvalgt boringsplaceringer for at undersøge og afgrænse råstofforekomsterne i området.

Der er i november 2023 udført 4 boringer, fordelt i området. Boringerne er udført af Jysk Geoteknik A/S som forede 8" rotationsboringer med snegl, og under grundvandsspejlet med anvendelse af sandspand. Boringernes placering fremgår af Bilag 4.

Boringerne blev boret til mindst 10 m og maksimalt 25 m u.t. Når råstof-uinteressante lag blev anboret i større dybde end 10 m, blev der boret yderligere 1-2 m. Hvis de uinteressante lag fortsatte, blev boringen afsluttet.

Der blev udtaget én prøve pr. meter eller pr. lag. I sand og grus blev der udtaget store poseprøver på ca. 10-15 kg. I råstof-uinteressante lag blev der udtaget mindre poseprøver. Der blev ikke udtaget prøver hen over laggrænser. Der blev udtaget prøver til GEUS jf. Brøndborerbekendtgørelsen.

Boringerne blev sløjfet med det samme, og lerlag blev reetableret med bentonit. Der blev ligeledes reetableret med bentonit fra 1 til 2 m u.t. uafhængig af typen af aflejringerne i dette interval. Herudover blev der reetableret med tilbage-fyld.

3.2.2.1 Analyser

Der er udført kornstørrelsesanalyser (sigtninger) på udvalgte prøver i de 2 af boringerne, hvor der vurderes at være råstoffer af indvindingsmæssig interesse, med det formål at få kendskab til kornstørrelsesfordelingen for råstofforekomsterne og undersøge ressourcens kvalitet i forhold til vejformål. Forsøgene er udført på blandeprøver, som repræsenterer længere intervaller på op til ca. 3 meter. Kornstørrelsesanalyserne er vedlagt i Bilag 5.

På baggrund af de enkelte kornstørrelsesanalyser er der konstrueret kumulerede sigtekurver for hver af de 2 boringer, hvorved den gennemsnitlige kornstørrelsesfordeling for råstofforekomsten ved de enkelte boringsplaceringer er opgjort. Kumulerede sigtekurver er vedlagt som Bilag 6.

4. Resultater

I kapitlerne 4.1 og 4.2 gennemgås de nye data, som er indsamlet i forbindelse med nærværende kortlægning. I kapitel 4.3 beskrives det, hvordan ny og eksisterende data er sammenstillet til tolkning af ressourcen.

4.1 tTEM data

Resultaterne af tTEM-kortlægningen fremgår af Bilag 7.

4.2 Råstofboringer

Boringerne er udført af Jysk Geoteknik A/S i november 2023. Boreprofiler med prøvebeskrivelser ses i Bilag 8.

4.2.1 Geologisk prøvebeskrivelse

Der er indledningsvist udført en geologisk prøvebeskrivelse af boreprøverne. Prøvebeskrivelsen er udført i henhold til Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse /6/. Prøvebeskrivelserne samt observationer fra Jysk Geoteknik A/S vedr. laggrænser og vandspejl er indtastet i boringsdatabasen GeoGIS.

En oversigt over boreddybde, overjordstykkelse, tykkelse af og dybde til råstoflag ses i Tabel 4-1. Af tabellen fremgår også tykkelse af overskudsjord, som er råstofuinteressante lag truffet imellem lag af råstof. Som det ses, er der fundet råstofinteressante aflejringer i 3 ud af områdets 4 nye boringer. Råstoffet i KSØ_4 består dog kun af et 1,2 m fint – mellemkornet sand med lerstriber og er uinteressant i forhold til indvinding, da det ligger under 3,5 m overjord. I KSØ_1 er der – som forventet – udelukkende fundet moræneler.

Råstofferne i området består dels af fint – grovkornet smeltevandssand (KSØ_3) og morænesand og -grus (KSØ_2). Råstofforekomsterne observeret i boringerne i området er generelt imellem 1,2-19,3 m tykke. Grundvandsspejlet ligger relativt dybt og er kun observeret/noteret i én af de udførte boringer, KSØ_3, hvor det ses ca. 12 m u.t. Råstofftykkelsen under grundvandsspejlet er derfor i denne boring 7,3 meter.

Overjorden i området består af muld, moræneler og nedskylsaflejringer i form af stærkt siltet finsand og ler. Der er ikke truffet overskudsjord.

Tabel 4-1: Opsummering af boredata. Overjorden består af muld, moræneler, silt og stærkt siltet finsand.

DGU nr.	Borings-ID	Bore- dybde [m]	Top af råstoflag [m u.t.]	Bund af råstoflag [m u.t.]	Råstof- tykkelse [m]	Råstof- tykkelse under GVS [m]	Overjords- tykkelse [m]	Overskudsjords- tykkelse [m]
210.1628	KSØ_1	10	-	-	0,0	-	-	-
210.1629	KSØ_2	10	0,7	3,6	2,9	0,0	0,7	0,0
210.1630	KSØ_3	22	0,5	19,8	19,3	7,3	0,5	0,0
210.1631	KSØ_4	15	3,5	4,7	1,2	0,0	3,5	0,0

4.2.2 Kornstørrelsesanalyser

Tabel 4-2: Oversigt over resultaterne af kornstørrelsesanalyserne. Tabellen opsummerer også egnetheden til vej- og anlægsmaterialer. For bundsikringsand er der for hver prøve angivet den bedste anvendelseskategori (hvis nogen). For stabilt grus vurderes det, om de markerede prøver er egnede til stabilt grus efter oparbejdning (dog er der ikke i denne undersøgelse udført forsøg med Methylen-blåt). * = 5% grus > 16 mm næsten opfyldt

DGU nr.	Borings-ID	Prøve-interval [m u.t.]	Middel-kornstørrelse d50 [mm]	U-tal	Grus, sten (>16 mm) [%]	Grus, (>2 mm) [%]	Sand, (0,063-2 mm) [%]	Filler (<0,063 mm) [%]	Stabilt grus efter oparbejdning. (MB ej udført)	Bundsikrings-sand (MB ej udført)
210.1629	KSØ_2	1,0-3,6	0,86	>23,6	11,6	35,1	53,8	11,1	JA	NEJ
210.1630	KSØ_3	0,5-4,0	0,16	>2,9	0,0	0,2	87,1	12,7	NEJ	NEJ
210.1630	KSØ_3	6,3-9,0	0,47	5,7	4,8	20,7	71,8	7,5	NEJ*	II
210.1630	KSØ_3	12-15	0,91	7,8	4,6	28,2	65,4	6,4	NEJ*	II
210.1630	KSØ_3	15,1-17,0	1,03	4,4	14,6	31,6	67,7	0,8	JA	I
210.1630	KSØ_3	17,1-19,8	0,56	4,1	1,5	9,5	88,8	1,7	NEJ	I

Tabel 4-3: Oversigt over resultaterne af de kumulerede kornkurver.

DGU nr.	Borings-ID	Råstoftykkelse [m]	Middel-kornstørrelse d50 [mm]	U-tal (d_{60}/d_{10})	Grus, sten (>16 mm) [%]	Grus, sten (>2 mm) [%]	Sand, (0,063-2 mm) [%]	Filler (<0,063 mm) [%]
210.1629	KSØ_2	2,9	0,7	24	10,4	32,7	56,6	10,7
210.1630	KSØ_3	19,3	0,4	5,2	3,2	13,2	82,6	6,2

4.2.2.1 Egnethed til bundsikring

Til vurdering af anvendeligheden til bundsikring tages udgangspunkt i følgende /7/:

Kvalitet I (BL I):

Ingen korn større end	90 mm
Højest 15 % større end	63 mm
Højest 5 % mindre end	0,063 mm
MB-værdien maks.	2,5

Kvalitet II (BL II)

Ingen korn større end	90 mm
Højest 15 % større end	63 mm
Højest 9 % mindre end	0,063 mm
MB-værdien maks.	3

Prøverne fra KSØ_2 og fra de øverste 4-6 meter af KSØ_3 lever ikke op til kravene for bundsikringsand på grund af et for højt indhold af finstof. Alle de øvrige analyserede prøver har et finstofindhold <9% og opfylder dermed kravene til bundsikring kvalitet II. 1 prøve har tillige et finstofindhold på < 5% og opfylder dermed kravene til bundsikring kvalitet I. Vurderingen er dog foretaget alene på baggrund af kornstørrelsesanalysen, idet Methylen-blåt-forsøg (MB) ikke er udført.

4.2.2.2 Egnethed til stabilt grus

Stabilt grus kvalitetsinddeles i kvalitet I og II. Der er specifikke krav til materialets gradering, således gennemfaldet på sigterne fra 0,063 mm og op til 63 mm skal ligge inden for nogle definerede minimums og maksimums værdier. Derudover er der krav til maksimum indhold af

uknuste partikler (runde korn) og MB-værdien. Det betyder at materialer, der naturligt opfylder de givne krav, er meget sjældne. Derfor er stabilt grus ikke et produkt, der graves direkte. Det bliver derimod produceret ved oparbejdning af grusede råstoflag på sorteringsanlæg.

I denne undersøgelse anses et materiale som egnet til oparbejdning til stabilt grus, når mængden af korn over 16 mm er over 5%.

MB-værdien skal være mindre end eller lig med 3 for at overholde kravene til stabilt grus, både for kvalitet I og kvalitet II /8/. Denne er dog ikke undersøgt i nærværende kortlægning.

Kun 2 af de 6 analyserede blandeprøver har over 5 % korn over 16 mm og repræsenterer derfor materialer, som er egnede til stabilgrus efter oparbejdning. Vurderingen er dog foretaget alene på baggrund af kornstørrelsesanalysen, idet Methylen-blåt-forsøg (MB), som tidligere nævnt, ikke er udført. De øvrige prøver har for lavt grusindhold til at kunne anvendes som stabilgrus – 2 af dem dog lige under grænsen på 5%.

4.3 Tolkning af data

Der er foretaget en tolkning af udbredelsen og tykkelsen af råstofforekomsten på baggrund af de tilgængelige data beskrevet i afsnit 3. Udbredelsen af råstofinteressante lag er primært foretaget ud fra middelmodstandskortene, som er dannet på baggrund af tTEM-kortlægningen, vedlagt som Bilag 7.

Boringsdata indgår naturligvis også, men da der som nævnt kun er udført 4 boringer indenfor området, er informationerne fra dem sparsomme.

Terrænnært er geomorfologiske tolkninger og ikke mindst jordartskortet inddraget.

4.3.1 Råstofforekomster

Det er vurderet, at der i området Keldsømade findes tre forekomster af råstoffer, som beskrives i det følgende. Bilag 9 viser kort over udbredelserne.

4.3.1.1 Forekomst 1

Forekomst 1 er en tyndere forekomst, som findes terrænnært i den centrale del af området, mere eller mindre sammenfaldende med de terrænnære aflejringer, som fremgår af jordartskort og geomorfologisk kort.

Bilag 9 viser med en polygon den omtrentlige udbredelse. Vurderet på baggrund af geofysikken findes forekomsten fra terræn og ned til ca. 4-5 meter indenfor den viste udbredelse. I boringen KSØ_2 er forekomsten beskrevet som et i toppen kun 0,3 m tykt lag af fint – mellemkornet, gruset smeltevandssand med et ca. 2,5 meter tykt lag af morænesand og -grus under.

Indenfor udbredelsepolygonet ses i Bilag 7 elektriske modstande på 50-60 ohmm, hvilket indikerer, at laget sandsynligvis er mere præget af lerede og siltede moræneaflejringer end af smeltevandssand og – grus. Det fremgår også af middelmodstandskortene, at laget varierer betydeligt, hvilket kan skyldes variationer i de aflejrede materialers kornstørrelsesfordeling/finstofindhold såvel som tykkelsen af dem. I områder med mindre elektrisk modstand kan grunden til dette både skyldes et øget indhold af finstof og at tykkelsen af forekomsten er mindre, så de underliggende lerede aflejringer "slår igennem" i middelmodstanden mere terrænnært.

Boringen KSØ_4, som er udført på kanten af forekomstens udbredelse, består i de øverste ca. 4 meter af finkornede sand- og leraflejringer, som er tolket som senglacialt nedskyl grundet indhold af planterester. Herunder findes moræneler til mindst 15 m u.t.

Forekomsten, som dækker et areal på ca. 290.000 m², består derfor sandsynligvis af variable smeltevands- og moræneaflejringer, hvor sidstnævnte er usorterede med et relativt højt indhold af finstof, men samtidig højt grusindhold. Tykkelsen af forekomsten varierer som nævnt sandsynligvis også indenfor et spænd på anslået 2-4 meter. Ressourcen i forekomst 1, uden hensyntagen til infrastruktur og bygninger, skønnes at være i størrelsesorden 0,8 mil. m², Forekomsten ligger terrænnært og der forventes ikke betydelige mængder af hverken over- eller overskudsjord.

4.3.1.2 Forekomst 2

Forekomst 2 er en meget tyk forekomst med en samtidig meget begrænset udbredelse, og findes helt mod øst i området – se Bilag 9. Ifølge middelmodstandskortene findes der her materialer med høje elektriske modstande over 100 ohmm, som indikerer sand og grus uden betydelige mængder af finstof.

Boringen KSØ_3 bekræfter dette og viser, at materialerne fra terræn og ned til over 20 m u.t. består af nedadgrovende fint – grovkornet smeltevandssand med et mindre indhold af finstof; meget lille indhold i den dybeste del af ressourcen. Fra ca. 11 m u.t. ses et højt indhold af grus. Både geofysik og boringen viser, at der fra ca. 20 m u.t. findes lerede aflejringer, som således nedad afgrænser forekomsten.

Udbredelsen af forekomsten dækker et areal på ca. 42.000 m² jf. bilag 9. Forekomsten vurderes dog at knytte sig til et bakkeparti på ca. 85.000 m². Skønsmæssigt er der med en gennemsnitlig råstoftykkelse på 15 m, en ressource i forekomst 2 på ca. 1,3 mil. m³. Forekomsten berøres ikke af infrastruktur eller bygninger. Forekomsten ligger terrænnært og der forventes ikke betydelige mængder af hverken over- eller overskudsjord.

4.3.1.3 Forekomst 3

Forekomst 3 er en dybereliggende forekomst, hvis udbredelse i store træk dækker den samme, som forekomst 1, men tillige findes i et område i den nordvestlige del af Keldsømade kortlægningsområde – se Bilag 9.

Forekomsten træffes indenfor udbredelsesområdet i dybder fra 10 til 25-30 m u.t.

Forekomsten er alene kortlagt på baggrund af middelmodstandskortene, som viser en elektrisk modstand omkring 100 ohmm, hvilket indikerer sandede eller grusede aflejringer uden højt indhold af finstof – afsat enten smeltevandsaflejringer eller som moræne.

Boringerne KSØ_1 og KSØ_2 er kun udført til 10 m u.t. og når ikke ned til forekomsten.

KSØ_4 er udført til 15 m u.t. – også uden af ramme forekomsten – hvilket indikerer, at boringen er udført på kanten af forekomstens udbredelse.

Udbredelsen af forekomsten er skønnet og dækker muligvis areal på ca. 415.000 m².

Beskrivelsen af forekomsten er således usikker og har en betydelig mængde råstof-uinteressante lag over sig. I den nordvestlige del findes 10+ meter overjord. I områder, hvor udbredelsen overlapper med forekomst 1, vil lerlaget imellem forekomsterne udgøre anslået ca. 6 meter overskudsjord. På baggrund af ovenstående betragtes forekomst 3 ikke som en indvindingsrelevant forekomst.

5. Råstofforekomsten

I det følgende evalueres råstofforekomsterne i området, både i forhold til kvalitet og mængde.

5.1 Råstofkvalitet

Som det fremgår af resultaterne af kornstørrelsesanalyserne, som er præsenteret i Tabel 4-2 og Tabel 4-3, kan råstofforekomsterne i området anvendes til flere formål.

Forekomsterne 1 og 2 er hver kun dækket af en enkelt boring, og ud fra sigtningerne af prøver fra disse, er materialerne i forekomst 1 kun egnede til stabilgrus efter oparbejdning, men kan ikke anvendes til bundsikring pga. for højt indhold af finstof. Da forekomsten delvist består af morænesand – og grus, som må forventes at variere betydeligt i sammensætning, er egnetheden af denne forekomst derfor meget usikker, når den kun er vurderet på baggrund af én sigtning. Den dybeste del af morænesandet er beskrevet som stærkt leret og er muligvis ikke anvendeligt som råstof.

Forekomst 2 er undersøgt med 5 sigtninger fra boringen KSØ_3, og da materialerne i boringen er smeltevandsaflejringer, forventes de at variere i mindre grad, end det kan forventes for moræneaflejringer. Det vurderes derfor, at forekomsten er bedre beskrevet på trods af ligeledes kun én udført boring. Forekomsten har generelt et lavt indhold af grus og sten >16mm og er derfor ikke egnet stabilgrus, mens et tilstrækkeligt lavt indhold af finstof gør, at den er egnet som bundsikringsmateriale. Enkelte horisonter er dog enten egnede som stabilgrus eller uegnede til bundsikring.

Forekomst 3 er alene kortlagt på baggrund af den geofysiske undersøgelse og ingen af de udførte boringer kan anvendes til at beskrive forekomsten. Uanset dennes beskaffenhed, skal der bortgraves store mængder over- og overskudsjord for at kunne udnytte forekomsten.

6. Referencer

- /1/ GERDA – geofysik database, GEUS: <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-geofysisk-database-gerda>
- /2/ JUPITER - boringsdatabase, GEUS: <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter>
- /3/ GEUS. Jordartskort. 1:25.000.
- /4/ GEUS. Geomorfologi. <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/danske-kort>
- /5/ Digital terrænmodel fra Dataforsyningen: https://api.dataforsyningen.dk/dhm_wcs_DAF?token=5d2e766d035fa75f26f9ba6e4b8f1c0a
- /6/ Dansk Geoteknisk Forening, 2021. Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse. DGF Bulletin 1.
- /7/ Vejdirektoratet, 2016. Almindelig arbejdsbeskrivelse. Bundsikring af sand og grus – AAB.
- /8/ Vejdirektoratet, 2016. Almindelig arbejdsbeskrivelse. Stabilt grus – AAB.

BILAG 1 - 9



Signaturforklaring

-  Kortlægningsområde
-  Yngre moræne
-  Randmoræne
-  Dødislandskab
-  Hedeslette

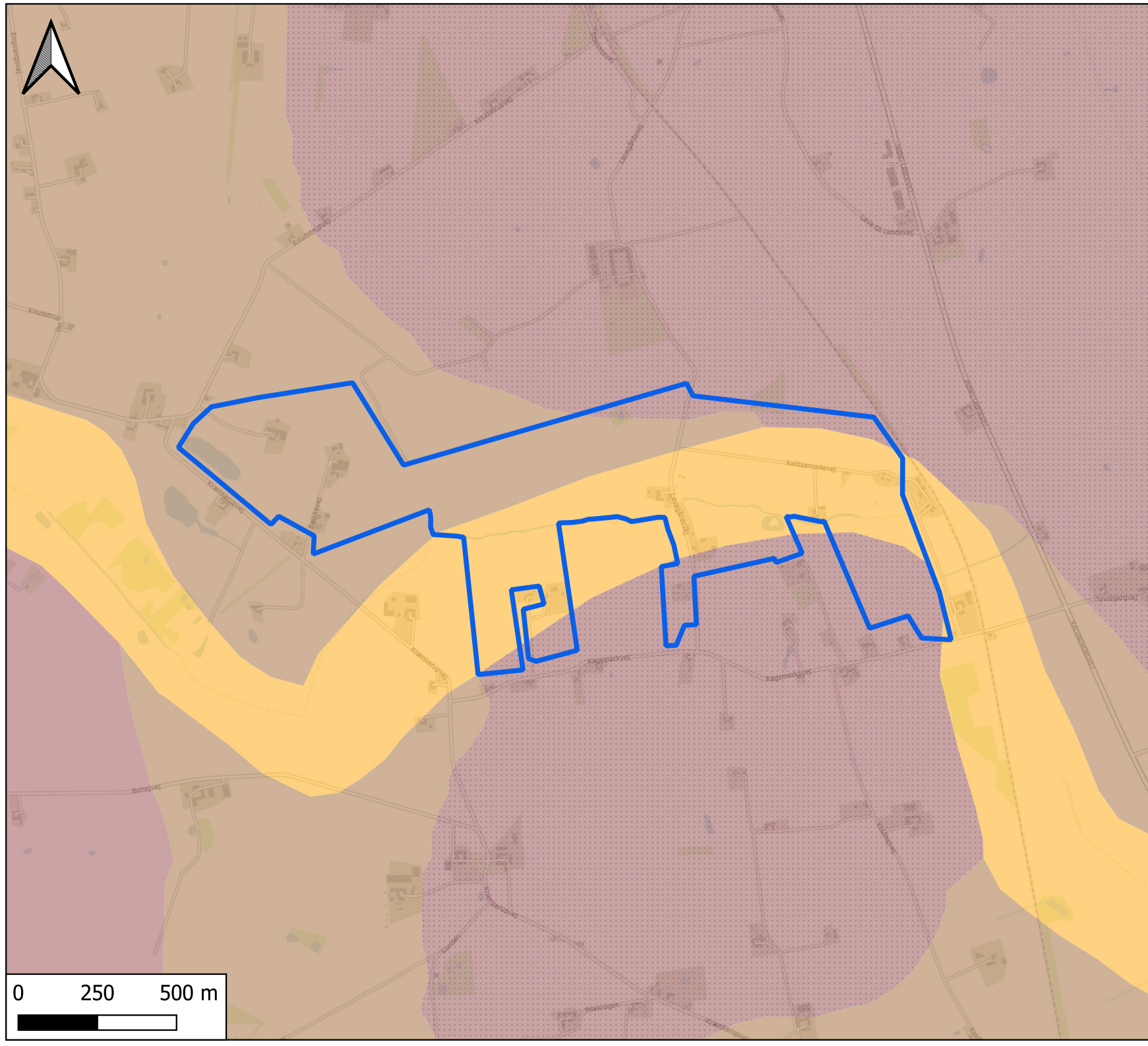
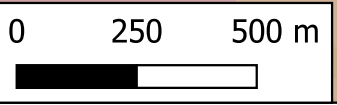
Rev: 1
Dato: 21-03-2024
Af: AHB
Kontrol: MBHN
Godkender: LHT
Sag: 1100050740

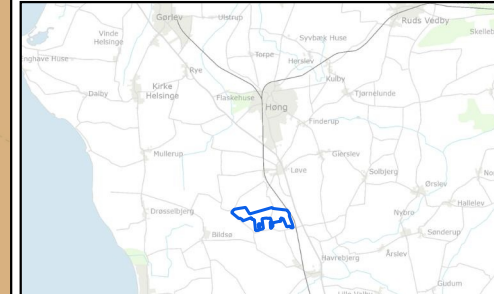
Bilag 1

Geomorfologisk kort
Råstofgeologisk kortlægning
Keldsømade



Olof Palmes Allé 22
Dk 8200 Aarhus N





Signaturforklaring

 Kortlægningsområde

Jordarter, 1:25.000

-  FS - Ferskvandssand
-  FT - Ferskvandstør
-  TS - Smeltevandssand
-  TL - Smeltevandsler
-  DG - Smeltevandsgrus
-  DS - Smeltevandssand
-  DL - Smeltevandsler
-  ML - Moræneler

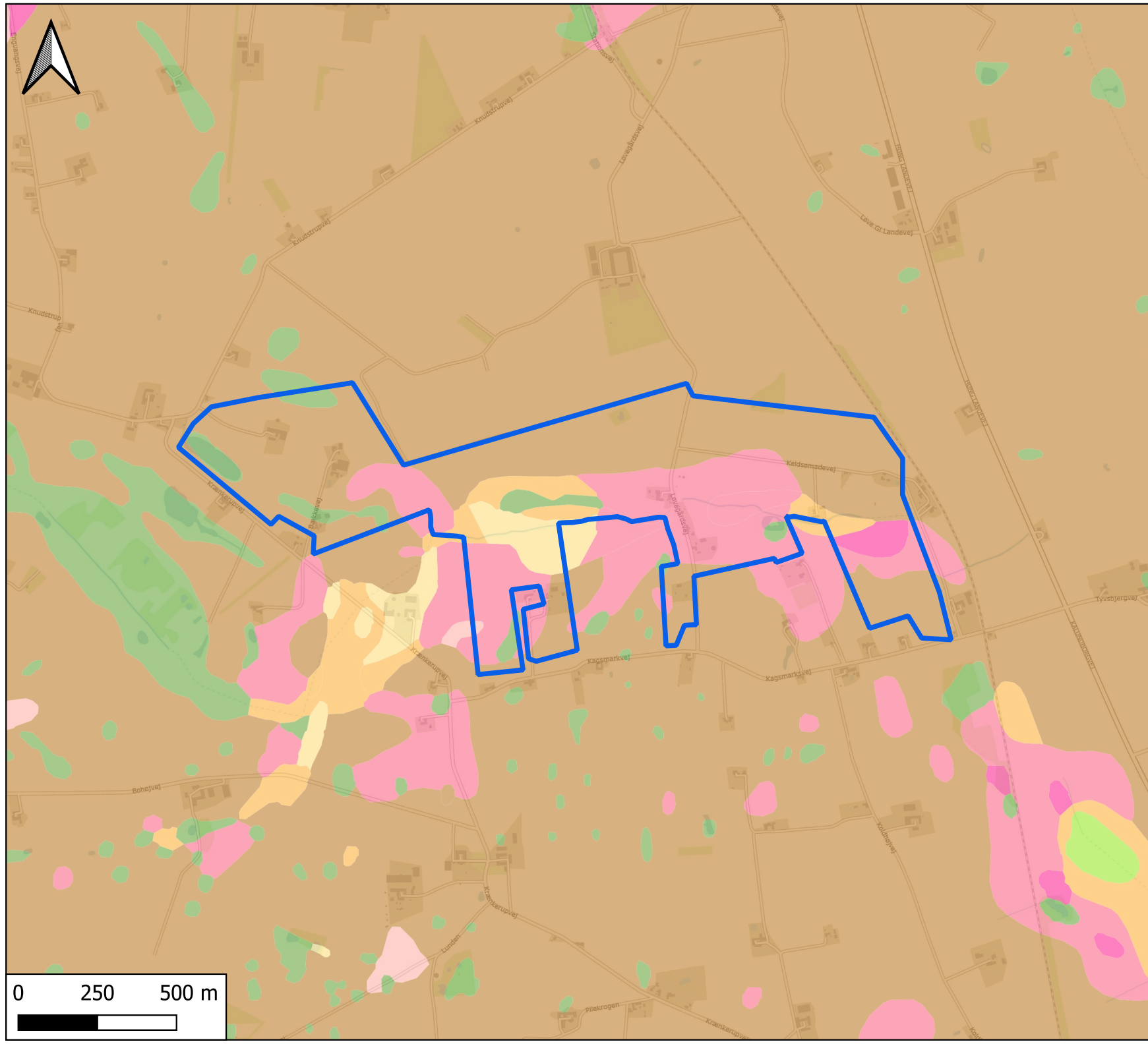
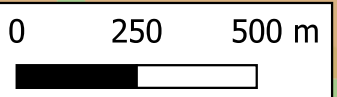
Rev: 1
Dato: 21-03-2024
Af: AHB
Kontrol: MBHN
Godkender: LHT
Sag: 1100050740

Bilag 2

Jordartskort
Råstofgeologisk kortlægning
Keldsømade



Olof Palmes Allé 22
Dk 8200 Aarhus N

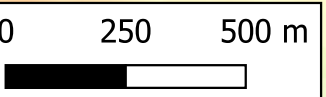
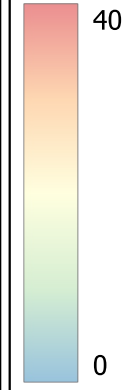




Signaturforklaring

 Kortlægningsområde

Topografi, meter over havniveau



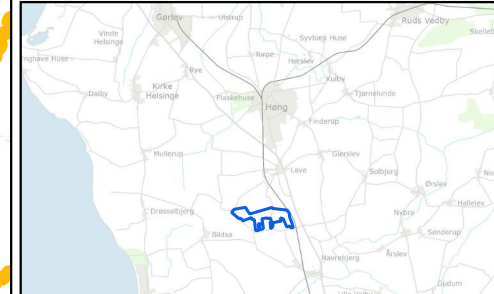
Rev: 1
Dato: 21-03-2024
Af: AHB
Kontrol: MBHN
Godkender: LHT
Sag: 1100050740

Bilag 3

Topografisk kort
Råstofgeologisk kortlægning
Keldsømade



Olof Palmes Allé 22
Dk 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

Kortlægningsområde

Boringer

- Eksisterende boringer i Jupiter [DGU-nr]
- Nye råstofboringer [borings-ID og DGU-nr]

Geofysik

Eksisterende geofysik

- SKYTEM
- MEP

Ny geofysik

- tTEM

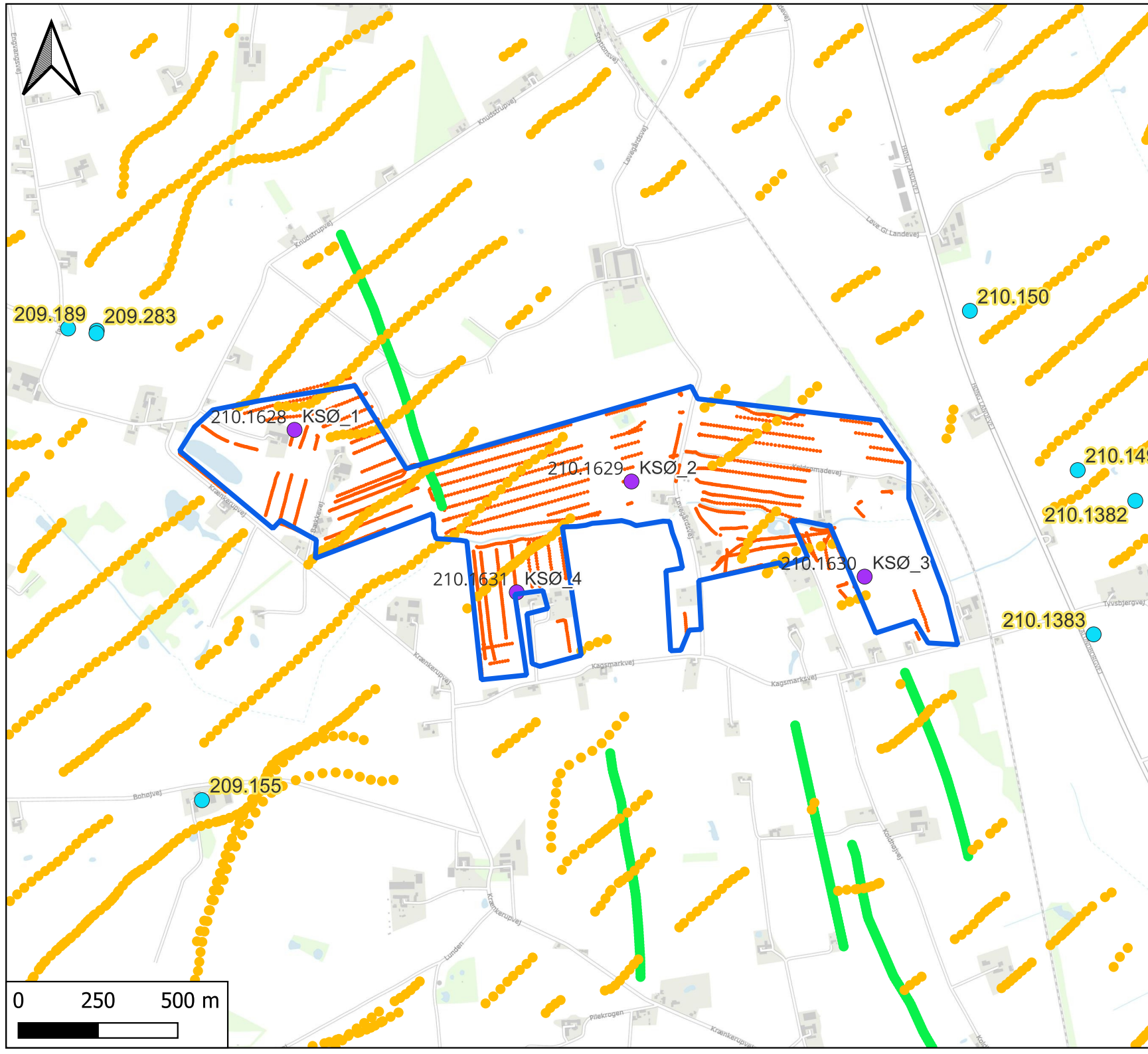
Rev: 1
Dato: 21-03-2024
Af: AHB
Kontrol: MBHN
Godkender: LHT
Sag: 1100050740

Bilag 4

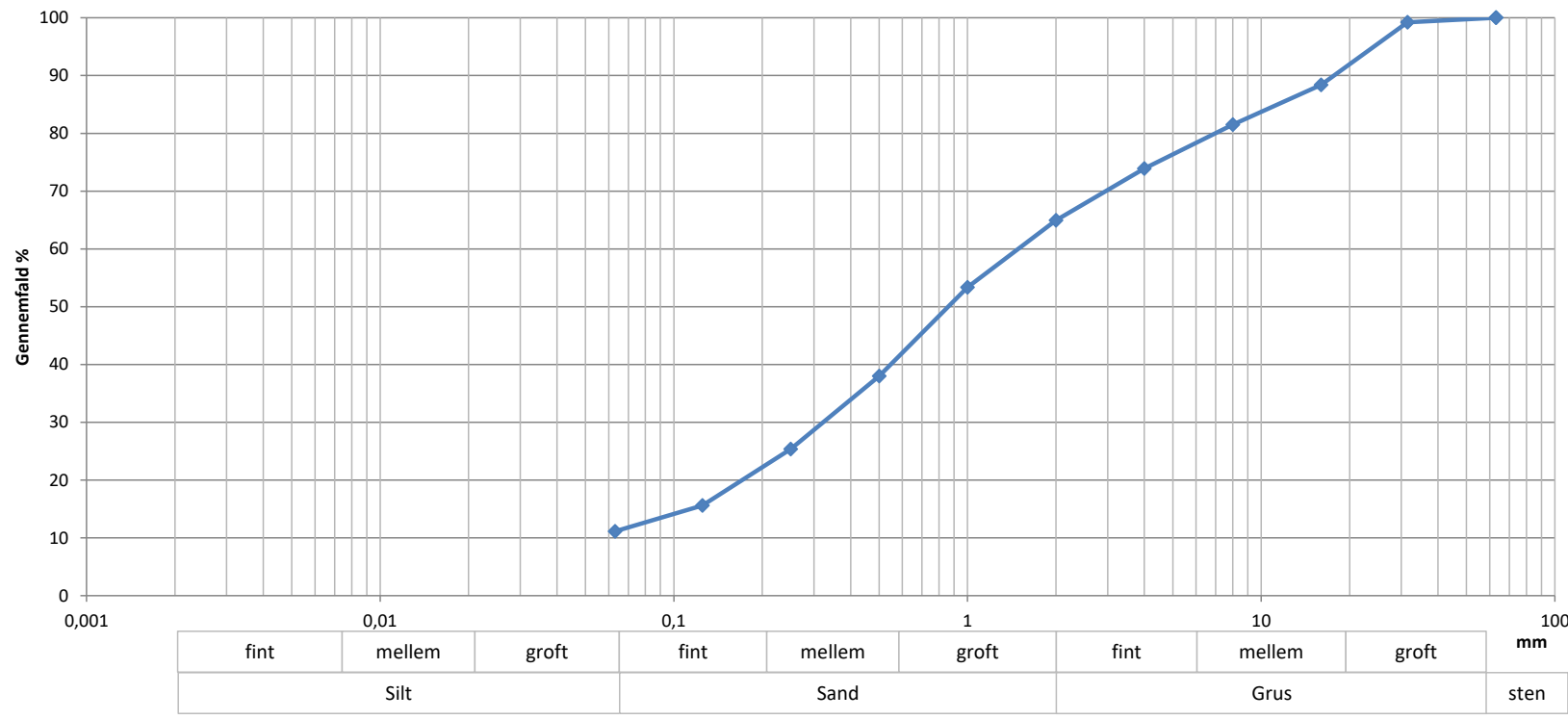
Boringer og Geofysik
Råstofgeologisk kortlægning
Keldsømade



Olof Palmes Allé 22
Dk 8200 Aarhus N



Sagsnr:	1100050740	KORNKURVE	
Sag:	Råstofkortlægning ved Keldsømade	Standard:	DS/CEN ISO/TS 17892-4 og DS/EN 933-1: 2004
Boring nr.:	KSØ_2	Prøve nr.:	blandepr. af 2, 3 og 4



Sigte (mm)	Gennemfald (%)
63	100
31,5	99
16	88
8	82
4	74
2	65
1	53
0,5	38
0,25	25
0,125	16
0,063	11,1

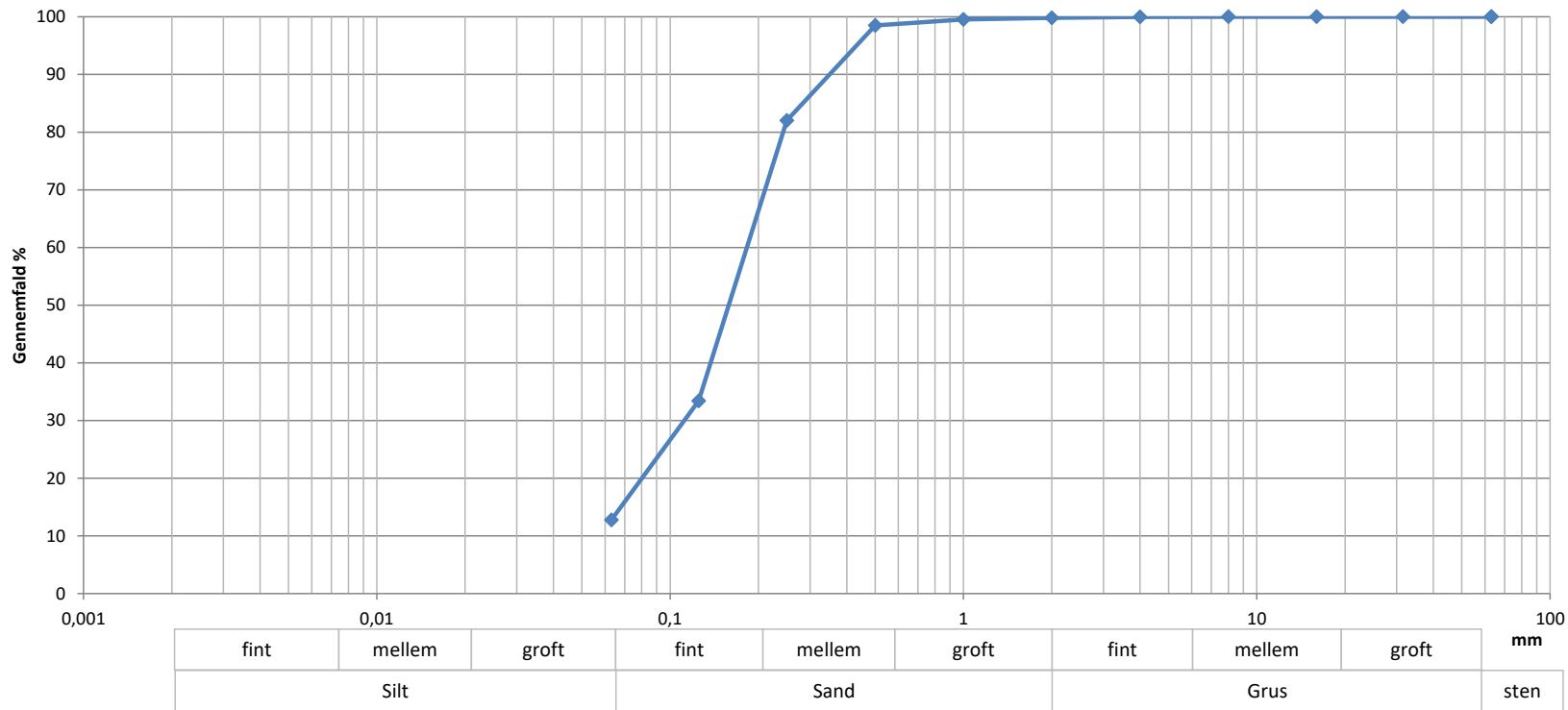
Totalprøvens masse
9389,367996

Prøve nr	blandepr. af 2, 3 og 4		Geologi: MORÆNESAND, groft, velgraderet, sv. leret, st. siltet, st. gruset, mørkt gulbrunt, khl., Gl,Gc
Middelkornstørrelse: mm	0,86	K-værdi efter Beyer (m/s)	Bemærkninger:
U (d60/d10)	>23,6		
Grus + sten %	35,1		
Sand %	53,8		
<0,063 mm %	11,1	Metode: Vaskning og sigtning	

Udført af: MBHN	Udført dato: 14-12-2023	KS af: LHT	Godkendt: MBHN	Bilag: 5_1
-----------------	-------------------------	------------	----------------	------------



Sagsnr:	1100050740	KORNKURVE	
Sag:	Råstofkortlægning ved Keldsømade	Standard:	DS/CEN ISO/TS 17892-4 og DS/EN 933-1: 2004
Boring nr.:	KSØ_3	Prøve nr.:	blandepr. af 1, 2, 3 og 4



Sigte (mm)	Gennemfald (%)
63	100
31,5	100
16	100
8	100
4	100
2	100
1	100
0,5	99
0,25	82
0,125	33
0,063	12,7

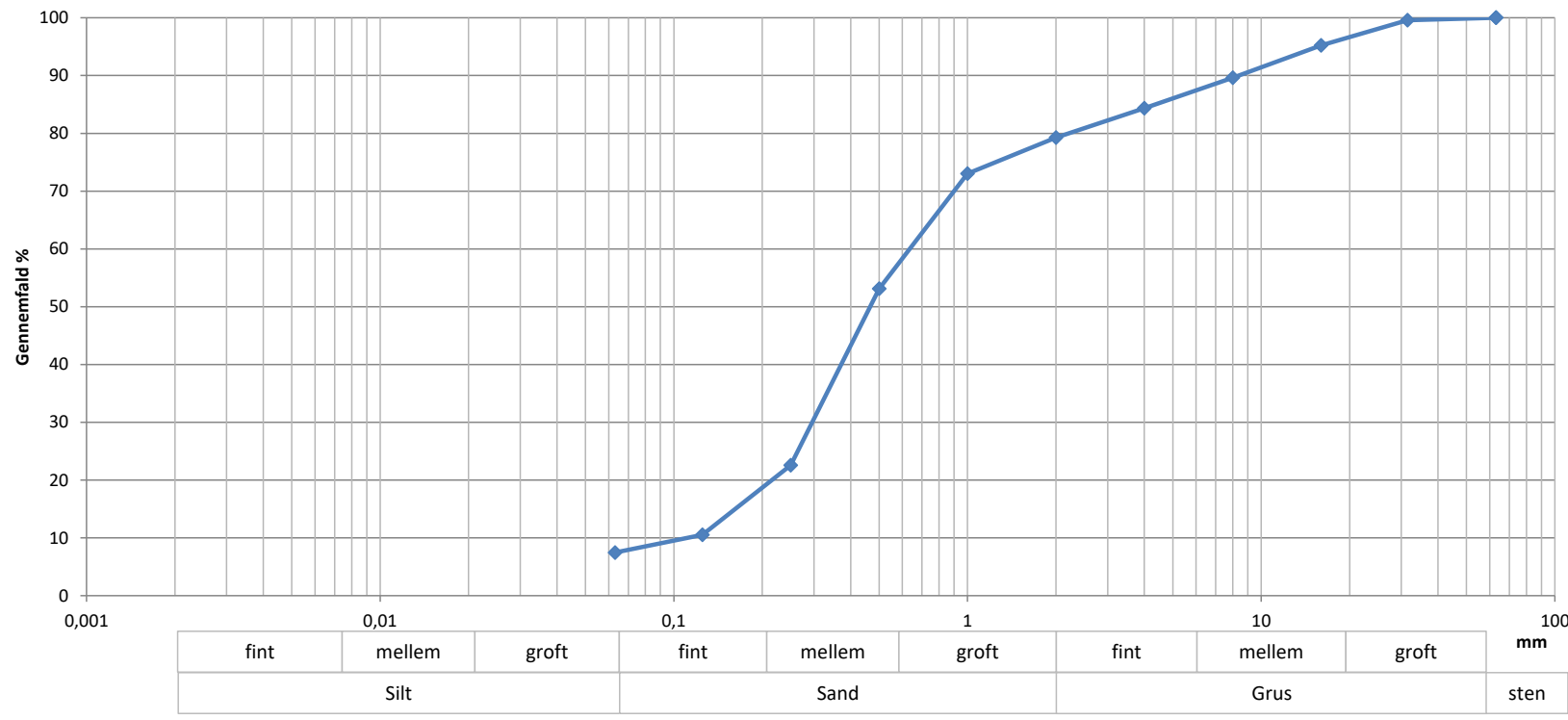
Totalprøvens masse
329,48

Prøve nr	pr_af_1, 2	d10 (mm)	-	Geologi: SAND, fint, enskornet, st. siltet, lyst gulbrunt, khl., Sm, Gc Bemærkninger:
Middelkornstørrelse: mm	0,16	d20 (mm)	0,08	
U (d60/d10)	>2,9	d50 (mm)	0,16	
Grus + sten %	0,2	d60 (mm)	0,18	
Sand %	87,1	d90 (mm)	0,35	
<0,063 mm %	12,7	K-værdi efter Beyer (m/s)	-	Metode: Vaskning og sigtning

Udført af:	Udført dato:	KS af:	Godkendt:	Bilag:
MBHN	14-12-2023	LHT	MBHN	5_2



Sagsnr:	1100050740	KORNKURVE	
Sag:	Råstofkortlægning ved Keldsømade	Standard:	DS/CEN ISO/TS 17892-4 og DS/EN 933-1: 2004
Boring nr.:	KSØ_3	Prøve nr.:	blandepr. af 7, 8 og 9



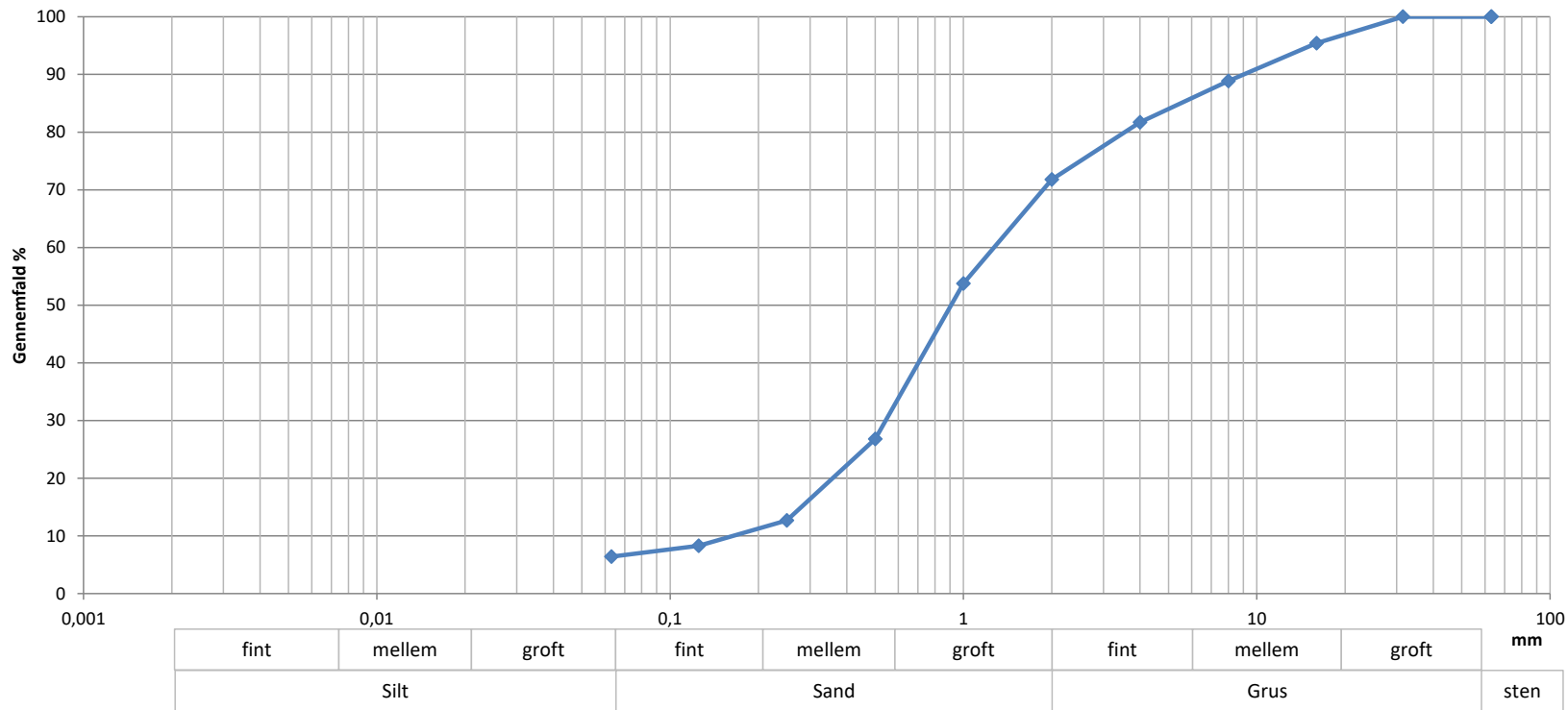
Sigte (mm)	Gennemfald (%)
63	100
31,5	100
16	95
8	90
4	84
2	79
1	73
0,5	53
0,25	23
0,125	11
0,063	7,5

Totalprøvens masse
11496,12014

Prøve nr	blandepr. af 7, 8 og 9		Geologi: SAND, mellem, ringe graderet, siltet, gruset, gulbrunt, khl., Sm, Gc	
Middelkornstørrelse: mm	0,47	Bemærkninger:		Metode: Vaskning og sigtning
U (d60/d10)	5,7			
Grus + sten %	20,7			
Sand %	71,8			
<0,063 mm %	7,5	K-værdi efter Beyer (m/s)	0,0001237	
Udført af: MBHN	Udført dato: 14-12-2023	KS af: LHT	Godkendt: MBHN	Bilag: 5_3



Sagsnr:	1100050740	KORNKURVE	
Sag:	Råstofkortlægning ved Keldsømade	Standard:	DS/CEN ISO/TS 17892-4 og DS/EN 933-1: 2004
Boring nr.:	KSØ_3	Prøve nr.:	blandepr. af 13, 14 og 15



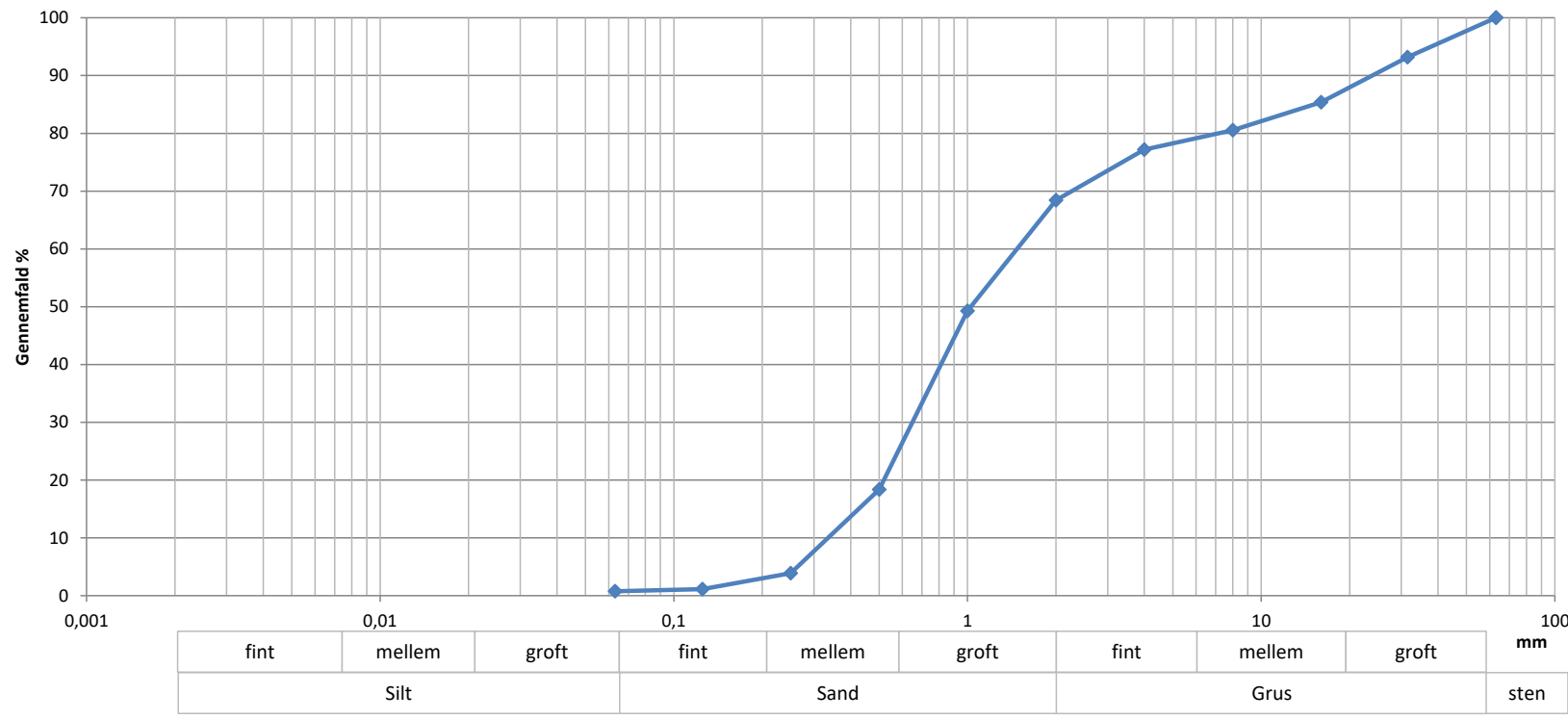
Sigte (mm)	Gennemfald (%)
63	100
31,5	100
16	95
8	89
4	82
2	72
1	54
0,5	27
0,25	13
0,125	8
0,063	6,4

Totalprøvens masse
10972,69062

Prøve nr	blandepr. af 13, 14 og 15		Geologi: SAND, groft, ringe graderet, siltet, st. gruset, gulbrunt, khl., Sm, Gc	
Middelkornstørrelse: mm	0,91	Bemærkninger:		Metode: Vaskning og sigtning
U (d60/d10)	7,8			
Grus + sten %	28,2			
Sand %	65,4			
<0,063 mm %	6,4	K-værdi efter Beyer (m/s)	0,0002512	
Udført af: MBHN	Udført dato: 14-12-2023	KS af: LHT	Godkendt: MBHN	Bilag: 5_4



Sagsnr: 1100050740	KORNKURVE		
Sag: Råstofkortlægning ved Keldsømade	Standard: DS/CEN ISO/TS 17892-4 og DS/EN 933-1: 2004		
Boring nr.: KSØ_3	Prøve nr.: blandepr. af 16 og 17		



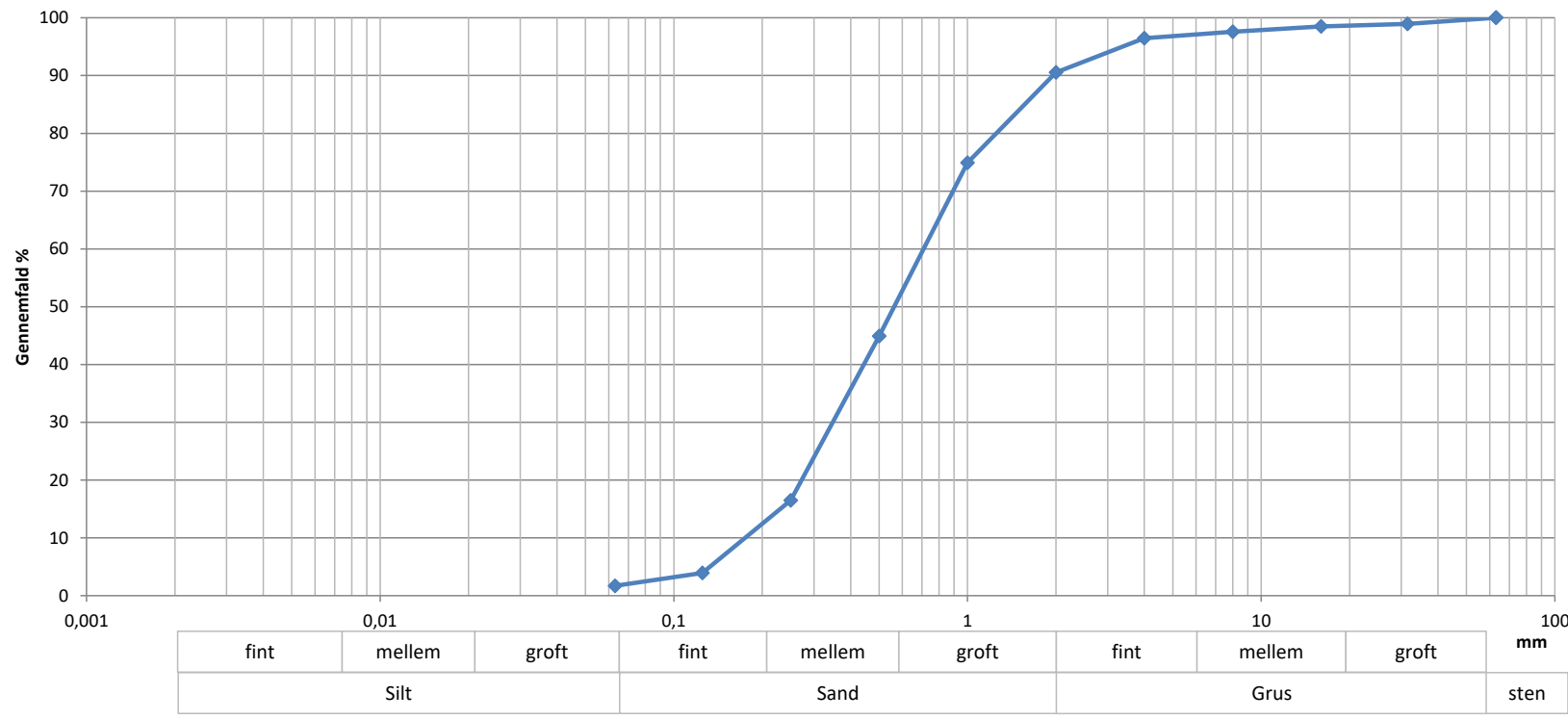
Sigte (mm)	Gennemfald (%)
63	100
31,5	93
16	85
8	81
4	77
2	68
1	49
0,5	18
0,25	4
0,125	1
0,063	0,8

Totalprøvens masse
9182,807639

Prøve nr	blandepr. af 16 og 17		Geologi: SAND, groft, ringe graderet, st. gruset, mørkt gulbrunt, khl., Sm, Gc	
Middelkornstørrelse: mm	1,03	Bemærkninger:		Metode: Vaskning og sigtning
U (d60/d10)	4,4			
Grus + sten %	31,6			
Sand %	67,7			
<0,063 mm %	0,8	K-værdi efter Beyer (m/s)	0,0011917	
Udført af: MBHN	Udført dato: 14-12-2023	KS af: LHT	Godkendt: MBHN	Bilag: 5_5



Sagsnr: 1100050740	KORNKURVE		
Sag: Råstofkortlægning ved Keldsømade	Standard: DS/CEN ISO/TS 17892-4 og DS/EN 933-1: 2004		
Boring nr.: KSØ_3	Prøve nr.: blandepr. af 18, 19 og 20		



Sigte (mm)	Gennemfald (%)
63	100
31,5	99
16	99
8	98
4	96
2	91
1	75
0,5	45
0,25	17
0,125	4
0,063	1,7

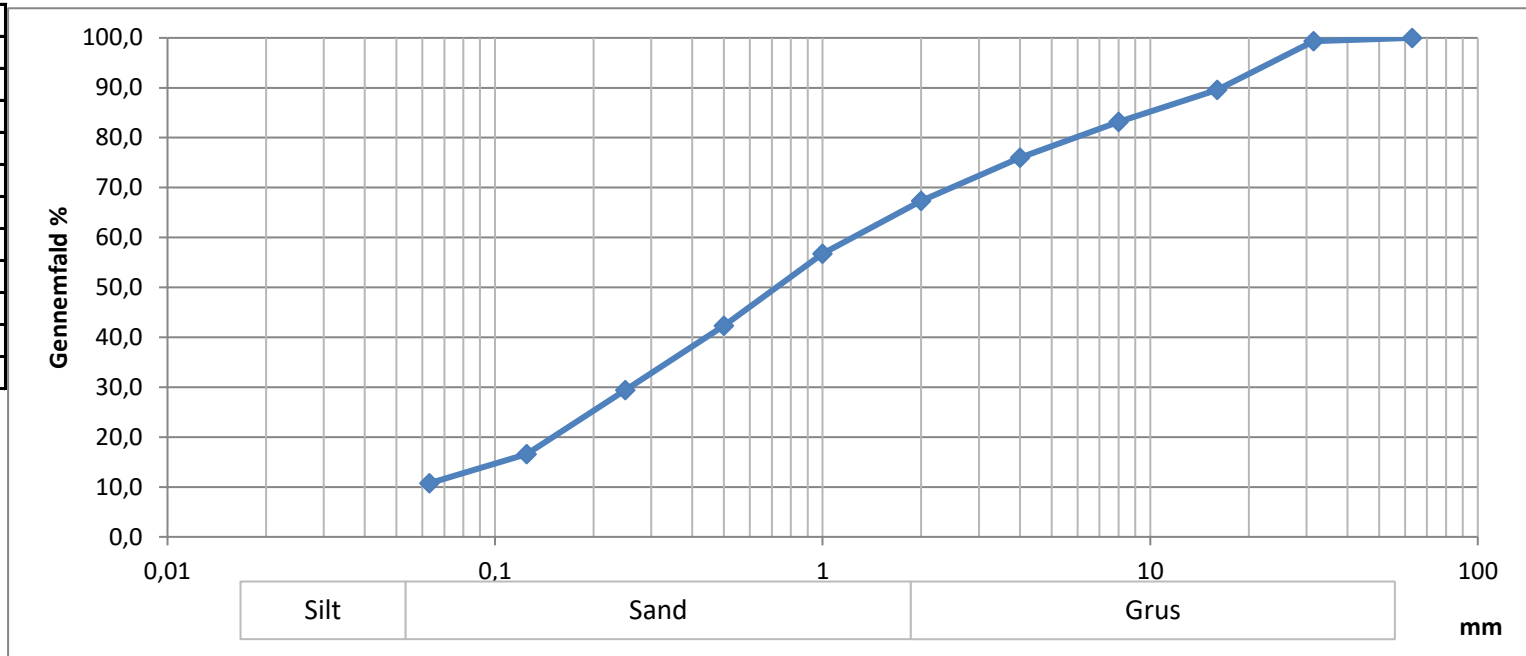
Totalprøvens masse
10608,00886

Prøve nr	blandepr. af 18, 19 og 20		Geologi: SAND, mellem - groft, ringe graderet, gruset, brunt, khl., Sm, Gc	
Middelkornstørrelse: mm	0,56	Bemærkninger:		
U (d60/d10)	4,1			
Grus + sten %	9,5			
Sand %	88,8			
<0,063 mm %	1,7	K-værdi efter Beyer (m/s)	0,00033	Metode: Vaskning og sigtning
Udført af: MBHN	Udført dato: 14-12-2023	KS af: LHT	Godkendt: MBHN	Bilag: 5_6



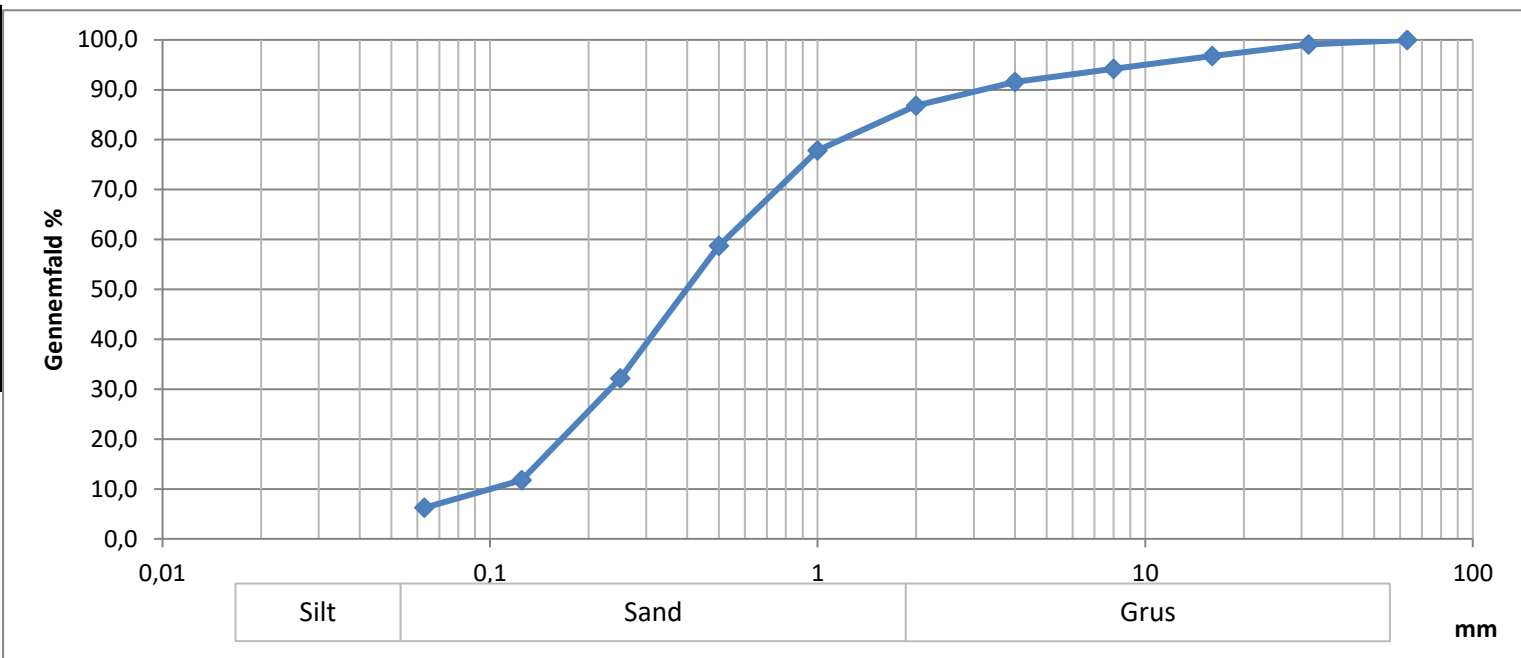
DGU nr.	Lokal borings nr.	Meter overjord (OJ)	Meter overskuds-jord (OSJ)	Meter råstoflag (SGS)	Meter råstoflag under gvs (V)	Meter betonsand (B)	Beregnet m >2 mm (G2)	Beregnet m >4 mm (G4)	Beregnet m >16 mm (G16)	Bilag 6_1
210. 1629	KSØ_2	0,7	0	2,9	0	IB	0,9	0,7	0,3	

mm	Gennemfald
63	100,0
31,5	99,3
16	89,6
8	83,2
4	76,0
2	67,3
1	56,7
0,5	42,3
0,25	29,4
0,125	16,6
0,063	10,7



DGU nr.	Lokal borings nr.	Meter overjord (OJ)	Meter overskuds-jord (OSJ)	Meter råstoflag (SGS)	Meter råstoflag under gvs (V)	Meter betonsand (B)	Beregnet m >2 mm (G2)	Beregnet m >4 mm (G4)	Beregnet m >16 mm (G16)	Bilag 6_2
210. 1630	KSØ_3	0,5	0	19,3	7,4	IB	2,5	1,6	0,6	

mm	Gennemfald
63	100,0
31,5	99,1
16	96,8
8	94,2
4	91,6
2	86,8
1	77,9
0,5	58,7
0,25	32,2
0,125	11,8
0,063	6,2



Til
Region Sjælland

Dokumenttype
Rapport

Dato
Januar 2022

TTEM REGION SJÆLLAND KORTLÆGNING AF RÅSTOFFER MED TTEM VED KELDSØMADE



TTEM REGION SJÆLLAND KORTLÆGNING AF RÅSTOFFER MED TTEM VED KELDSØMADE

Projekt navn **tTEM for Region of Sealand**
Projektnr. **1100049097**
Modtager **Region Sjælland**
Dokumenttype **Notat**
Version **1.0**
Dato **2022-01-24**
Udarbejdet af **MTDL**
Kontrolleret af **JOAW**
Godkendt af **JOAW**
Beskrivelse **Geofysisk kortlægning (tTEM) ved Region Sjælland**

Rambøll
Olof Palmes Allé 20
DK-8200 Aarhus N

T +45 5161 1000
<https://dk.ramboll.com>

INDHOLD

1.	Indledning	2
2.	Dataindsamling	4
2.1	Kvalitetssikring af dataindsamling	4
2.2	tTEM metoden	4
3.	Resultater af tTEM kortlægningen	6
3.1	Tolkning af jordens elektriske modstand til lithologi	6
3.2	Middelmodstand i dybdeintervaller 0 til 70 m	6
3.3	Profilsnit	7
4.	Sammenfatning	9

FIGURER

Figur 1.1	Lokaliseringskort med placeringen af de indsamlede data, borer og profilsnit.	3
Figur 2.1	tTEM systemet (Hydrogeophysics Group).	4
Figur 2.2	System setup anvendt ved kortlægningen.	5
Figur 3.1	Generel oversættelse af modstand til lithologi.	6
Figur 3.2	Profilsnit igennem området. Placeringer ses i Figur 1.1.	8

BILAG

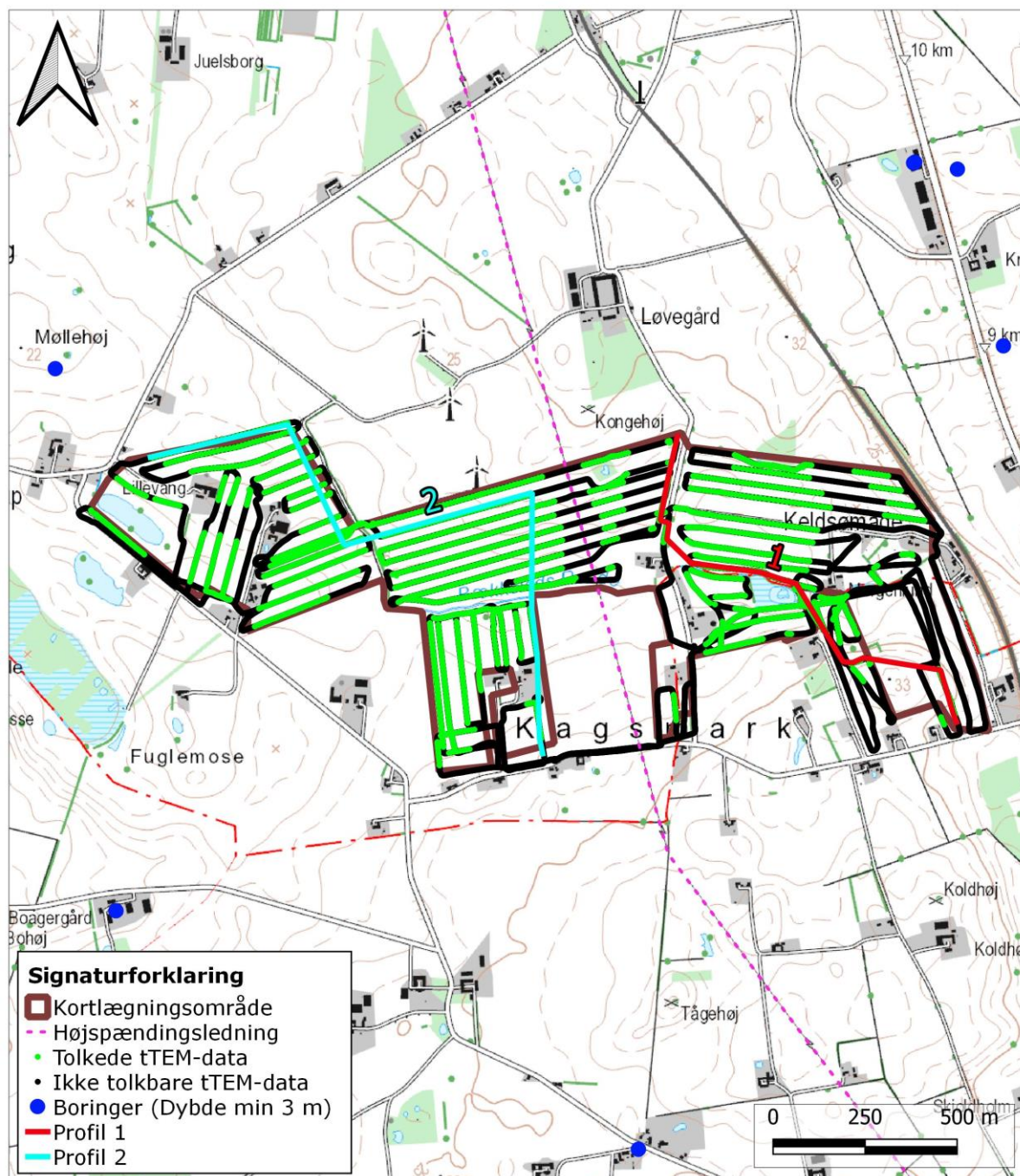
Bilag 1	Lokaliseringskort
Bilag 2	Middelmodstand i dybdeintervaller
Bilag 2.1	Dybdeinterval 0 m til 2 m
Bilag 2.2	Dybdeinterval 2 m til 4 m
Bilag 2.3	Dybdeinterval 4 m til 7 m
Bilag 2.4	Dybdeinterval 7 m til 10 m
Bilag 2.5	Dybdeinterval 10 m til 15 m
Bilag 2.6	Dybdeinterval 15 m til 20 m
Bilag 2.7	Dybdeinterval 20 m til 25 m
Bilag 2.8	Dybdeinterval 25 m til 30 m
Bilag 2.9	Dybdeinterval 30 m til 40 m
Bilag 2.10	Dybdeinterval 40 m til 50 m
Bilag 2.11	Dybdeinterval 50 m til 60 m
Bilag 2.12	Dybdeinterval 60 m til 70 m

1. INDLEDNING

Nærværende rapport omfatter afrapporteringen af udførte geofysiske undersøgelser ved Keldsømade.

Formålet med kortlægningen er at tilvejebringe tidlig viden omkring den mulige fordeling af råstoffer i området i form af sten, sand og grus, og dermed få et grundlag for en senere råstofkortlægning med boringer.

Placeringen af det kortlagte område fremgår af Bilag 1 samt Figur 1.1. Profilsnittene derpå henviser til profilsnittene vist i Figur 3.2, boringer med en minimumsdybde på 3 m er på kortet markeret med mørkeblå prikker, og indsamlede og tolkede tTEM-data er vist med hhv. sorte og grønne prikker.



Figur 1.1 Lokaliseringskort med placeringen af de indsamlede data, boringer og profilsnit.

2. DATAINDSAMLING

Feltarbejdet er udført d. 8. november 2021 ved Keldsømade, Nordvestsjælland.

2.1 Kvalitetssikring af dataindsamling

Det var som vist på Figur 1.1 muligt at indsamle fladedækkende data med en tilsigtet linjeafstand på ca. 50 m på åbne arealer som marker. På Figur 1.1 ses placeringen af de indsamlede data, samt placeringen af de efter databehandlingen anvendelige data. Som det fremgår, bevirker elektromagnetisk støj fra specielt højspændinger, men også indhegninger og elkabler placeret i veje, at en del af de indsamlede data ikke er tolkbare, såkaldte "koblinger". Der ses desuden mindre områder, hvor det ikke var muligt at indsamle data. Den samlede datadækning vurderes dog at være god.

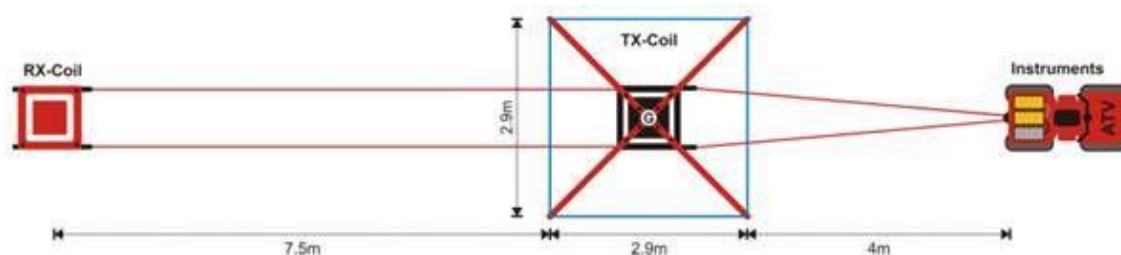
De indsamlede data vurderes, bortset fra udfordringerne med koblede data, at være af høj kvalitet med en stabil temperatur og strøm igennem feltdagen.

2.2 tTEM metoden

tTEM metoden er en kontinuert elektromagnetisk metode, der er udviklet af Aarhus Universitet. Metoden er udviklet med det formål at opnå en detaljeret kortlægning af de øverste ca. 70 til 80 m.

Som det fremgår af Figur 2.1, er sender-systemet (TX-Coil) monteret på en slæde, der trækkes efter en ATV. Efter sender-systemet trækkes en modtagerspøle (RX-Coil) på en mindre slæde. De indsamlede data kobles direkte til en position via en GPS monteret på slæden med sender-systemet. Der måles kontinuert langs linjer. Med metoden opnås stor datatæthed og god mulighed for at frasortere forstyrrede data som følge af elektromagnetisk støj eller koblinger til f.eks. elkabler og telefonkabler.

Metoden benytter to størrelser af sendermoment (areal af senderspøle gange antal spolevindinger gange den udsendte strøm), hvilket betyder, at man samtidigt kan få data fra stor dybde på højt moment (HM) og informationer om de terrænnære lag med lavt moment (LM).



Figur 2.1 tTEM systemet (Hydrogeophysics Group).

De indsamlede data behandles i special-designet software (Aarhus Workbench), hvor data filtreres og dårlige data fjernes fra datasættet. Det endelige datasæt tolkes herefter med en blødt-varierende modstandsmodel, også kaldet en mangelagsmodel.

På billedet i Figur 2.2 ses det anvendte system.



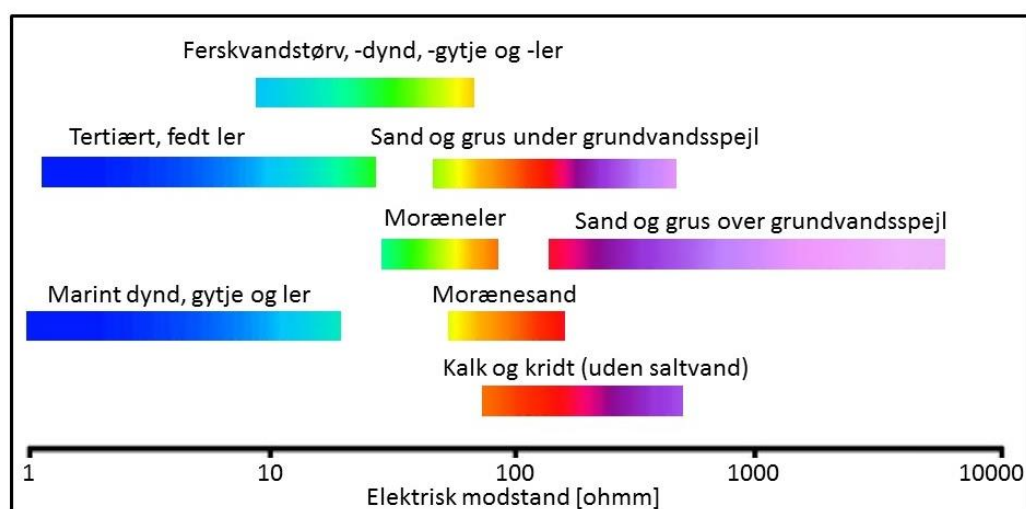
Figur 2.2 System setup anvendt ved kortlægningen.

3. RESULTATER AF TTEM KORTLÆGNINGEN

3.1 Tolkning af jordens elektriske modstand til lithologi

Med tTEM udføres en detaljeret kortlægning af jordens elektriske modstand.

Indtrængningsdybden er afhængig af jordens elektriske modstand og er for nærværende kortlægning omkring 50 til 70 m. Den tolkede modstand kan oversættes til geologiske lag som f.eks. sand og ler ud fra erfaringer om modstanden af de forskellige aflejringer. På Figur 3.1 ses, hvorledes aflejringerne har forskellige elektriske modstande. Lerede aflejringer vil resultere i en relativt lav modstand, mens sandede aflejringer har en relativt højere modstand. Som det fremgår af Figur 3.1, vil moræneler og morænesand dog også kunne have en meget varierende modstand, alt efter indholdet af silt, sand, grus og kalk.



Figur 3.1 Generel oversættelse af modstand til lithologi.

3.2 Middelmodstand i dybdeintervaller 0 til 70 m

Middelmodstandskortene er beregnet i dybdeintervaller på følgende vis:

- 2 m intervaller fra 0 til 4 m u.t.
- 3 m intervaller fra 4 til 10 m u.t.
- 5 m intervaller fra 10 til 30 m u.t.
- 10 m intervaller fra 30 til 70 m u.t.

De varierende intervaltykkelser er valgt for at kunne visualisere modstandsvariationerne bedst muligt, samtidigt med at metodens faldende opløsning af jordlagene med dybden respekteres.

Middelmodstandskortene ses i Bilag 2. Sorte punkter på bilagene viser de geofysiske modeller, der har indgået i beregningen af det konkrete interval. For hver model er der beregnet en indtrængningsdybde (DOI), hvorunder man kun bør tolke strukturer i modellerne med ekstra varsomhed. Præsentationen af den beregnede middelmodstand er derfor afblændet ved den beregnede DOI for hver model, og antallet af datapunkter aftager således nedadtil.

Af dybdeintervallet fra 0 til 2 m u.t., Bilag 2.1, ses et område hvor store dele fremstår med modstande omkring 50 til 60 Ωm , svarende til lerede aflejringer, men mod sydøst ses også et mindre område med højere modstand (>100 Ωm), svarende til grovkornet materiale som

sandede eller grusede aflejringer. Modstandsbilledet i dette interval indikerer, at der her er varierende, dog fortrinsvist lerede aflejringer.

I de underliggende intervaller falder modstanden generelt, men denne tendens vender i dybdeinterval 10 til 15 m u.t., Bilag 2.5. Her ses f.eks. en højere modstand i den centrale del af området (ca. 70 til 80 Ω m). Der ses dog et fald i modstanden (til ca. 10 til 20 Ω m) vestligst i området. Derudover er modstanden i højmodstandsområdet mod sydøst faldet til en modstand på ca. 100 Ω m.

I dybdeintervallet 20 til 25 m u.t., Bilag 2.7, har lavmodstandslaget spredt sig i den vestlige del, mens der centralt i området generelt ses en modstand på ca. 100 Ω m, svarende til sandede aflejringer.

Modstanden falder generelt i dybden herfra. I dybdeinterval 30 til 40 m u.t., Bilag 2.9, ses generelt en lav modstand området. De laveste modstande ses i den vestlige del (<10 Ω m), sandsynligvis svarende til fedt ler, mens der i den østlige del af området ses modstande omkring ca. 30 til 50 Ω m, stedvist ca. 60 Ω m, sandsynligvis svarende til fortrinsvist lerede moræneaflejringer.

I dybdeinterval 60 til 70 m u.t., Bilag 2.12, ses modstande >10 Ω m i næsten hele området, dog lidt højere østligst.

3.3 Profilsnit

For at visualisere de geofysiske modeller er der udarbejdet to profilsnit, som ses i Figur 3.2. Begge profilsnit har en generel retning fra nord mod syd. Placeringen af dem er tilrettelagt for at vise interessante strukturer i området, hvor der findes tolkbare tTEM data. For placering af profilsnittene henvises til Bilag 1 eller Figur 1.1. Der er ikke blevet sammenstillet boringer med tTEM-resultaterne, da der ikke er nogle boringer på >3 m dybde nær kortlægningsområdet. En gennemgang af boringer længere væk fra området viser dog en lagpakke bestående af fortrinsvis moræneler og smeltevandssand. Tolkningen af de geofysiske modstande til geologiske enheder er derfor behæftet med ekstra usikkerhed.

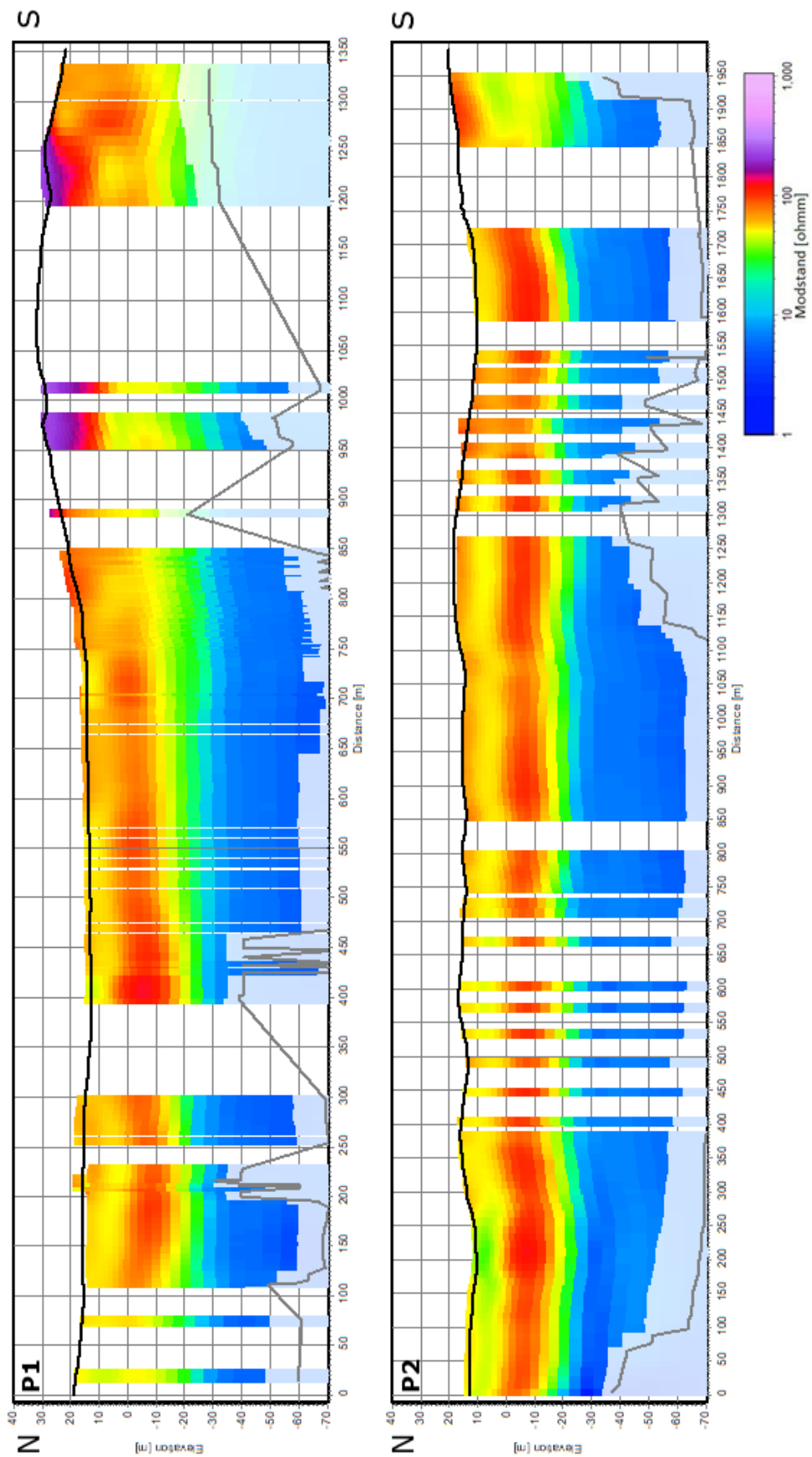
På profilsnittene er vist:

- tTEM modeller inden for en søgeradius på 20 m. Modellernes farve er blændet ned under den beregnede indtrængningsdybde, der desuden er visualiseret som en tynd grå streg.
- Terræn som er den øverste sorte linje.

De to profiler viser overordnet den samme lagpakke, der i de øverste 5 til 10 m u.t. overvejende består af aflejringer med en modstand på ca. 50 til 70 Ω m, sandsynligvis svarende til moræneler. Dog er der høj modstand terrænnært sydligt på P1 (ca. 200 Ω m), og her vil man sandsynligvis kunne finde mere grovkornet materiale.

Omkring 10 til 20 m u.t. i begge profiler ses overgangen til et lag med relativt høj modstand (ca. 100 Ω m), som kan tolkes til et lag af sandede aflejringer.

I alle profilerne ses ca. 30 m u.t. lag med lavere modstand (ca. 20 til 50 Ω m) end det overliggende, og dybest i profilerne (ca. 40 m u.t.) ses et lavmodstandslag i hele området, som vist i Bilag 2. Modstanden af sidstnævnte ligger på <10 Ω m, sandsynligvis svarende til et lag af fedt ler.

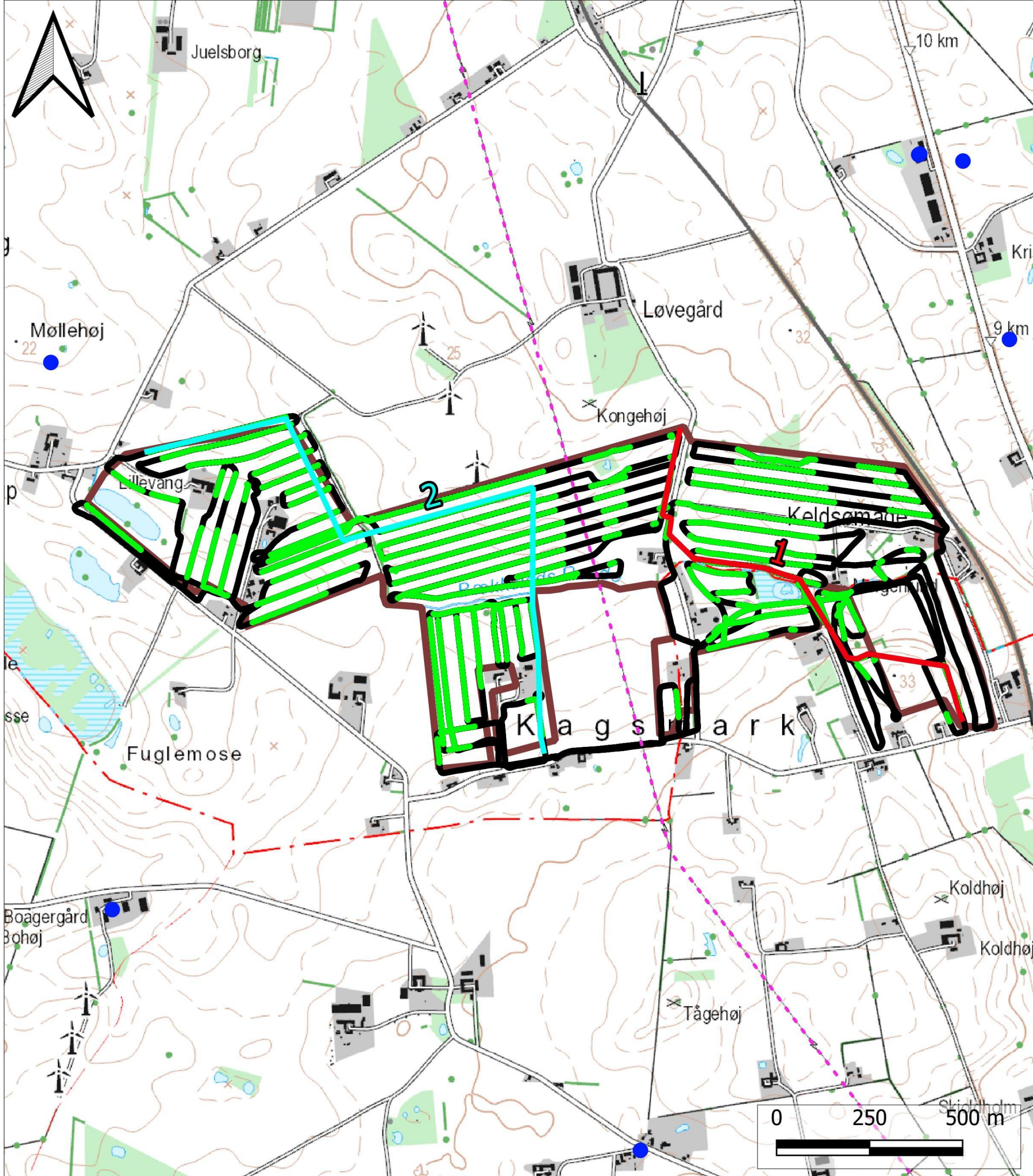


Figur 3.2 Profilsnit igennem området. Placeringer ses i Figur 1.1.

4. SAMMENFATNING

I det følgende afsnit opsummeres de væsentligste resultater opnået ved tTEM kortlægningen ved Keldsømade.

- Der er processeret, tolket og kvalitetssikret tTEM-data af god kvalitet, om end specielt højspændingsledninger har forårsaget en vis beskæring af data. Datadækningen vurderes dog at være god.
- Der findes ingen boringer med en dybde over 3 m i området, og tolkningen af geologi ud fra geofysikken er derfor behæftet med ekstra usikkerhed. En gennemgang af boringer lidt væk af området viser dog en lagpakke bestående af fortrinsvis moræneler og smeltevandssand.
- Resultaterne indikerer, at man der fortrinsvist findes lerede aflejringer i den mest terrænnære del af området, dog med et mindre område med grovkornede aflejringer i den sydøstligste del.
- Herunder viser resultaterne en geologi, der umiddelbart kan tolkes som værende domineret af sandede aflejringer.
- Omkring dybde 30 til 40 m begynder lave modstande at træde frem i hele området, hvilket indikerer, at man her finder overgangen til lerede aflejringer.
- Resultaterne indikerer, at der kun i ringe grad er råstofinteresse i den terrænnære del af området, og at de grovkornede aflejringer der findes, ellers befinder sig under et overjordsdække på ca. 10 til 15 m. Der bør dog foretages en kortlægning, der inkluderer råstofboringer, før en egentlig konklusion kan drages.

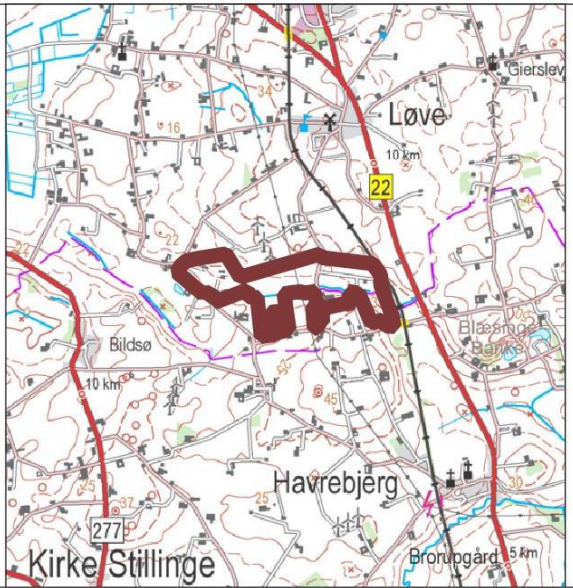


Rev.: 1
 Dato: 2021.12.17
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097








Bilag 1

Lokaliseringskort

tTEM kortlægning
 Keldsømade



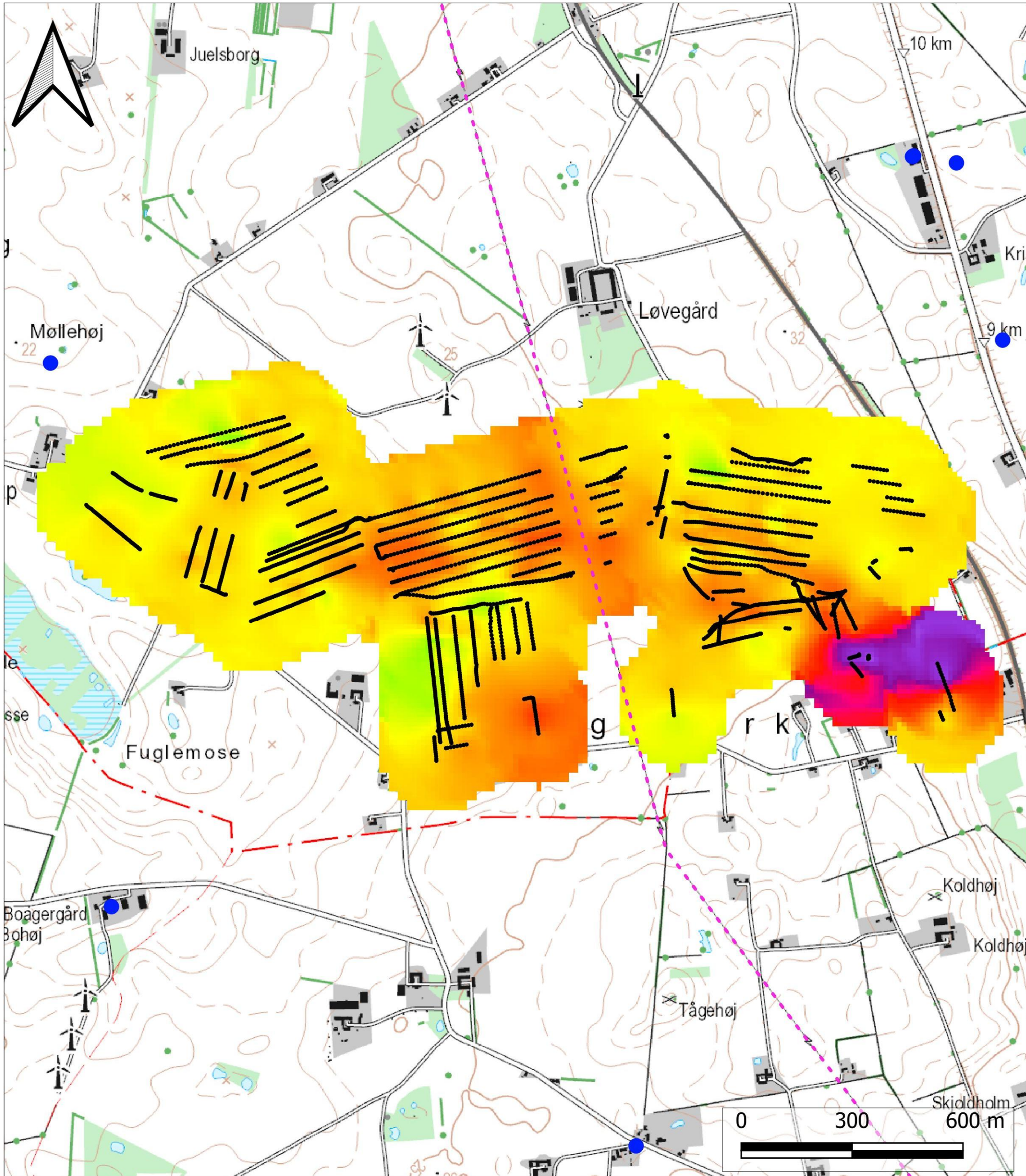
Signaturforklaring

-  Kortlægningsområde
-  Højspændingsledning
-  Tolkede tTEM-data
-  Ikke tolkbare tTEM-data
-  Boringer (Dybde min 3 m)
-  Profil 1
-  Profil 2



Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N





Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

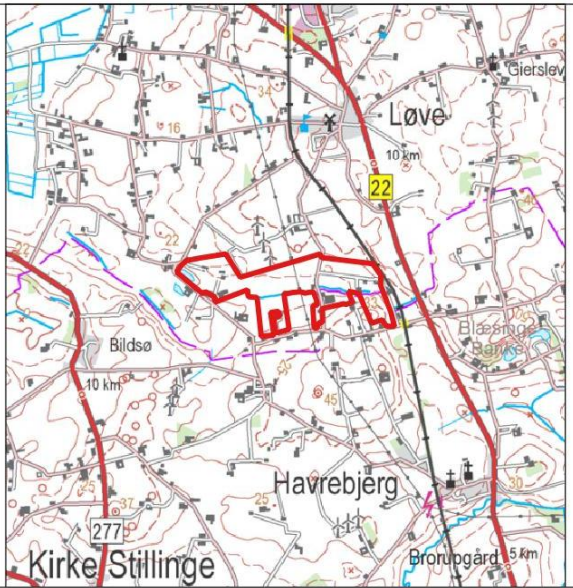
Bilag 2.1

Middelmodstand i dybdeinterval 0 til 2 m

tTEM kortlægning
 Keldsømade

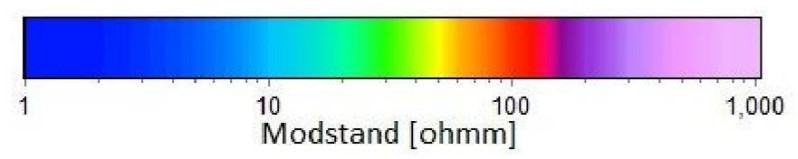


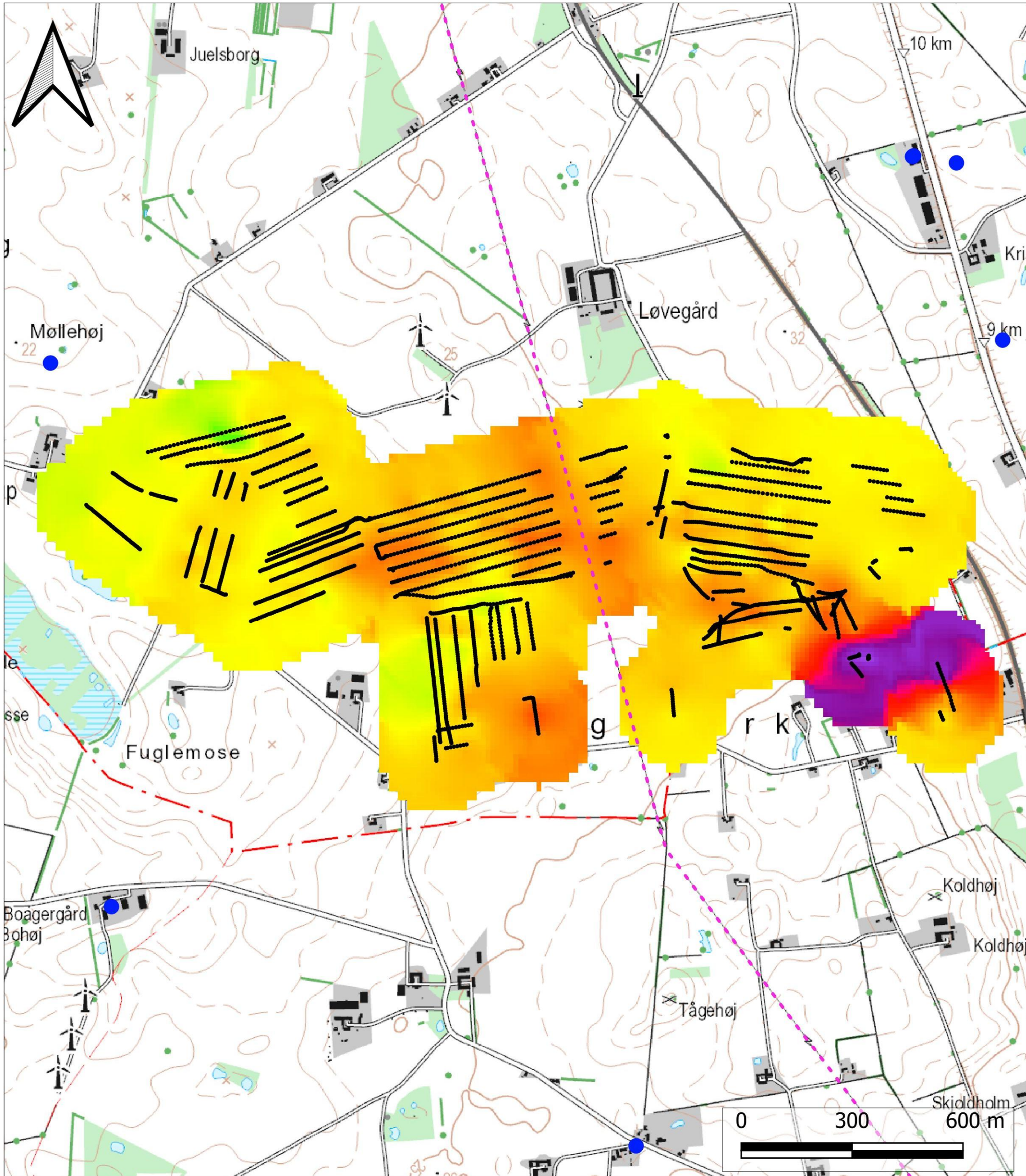
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

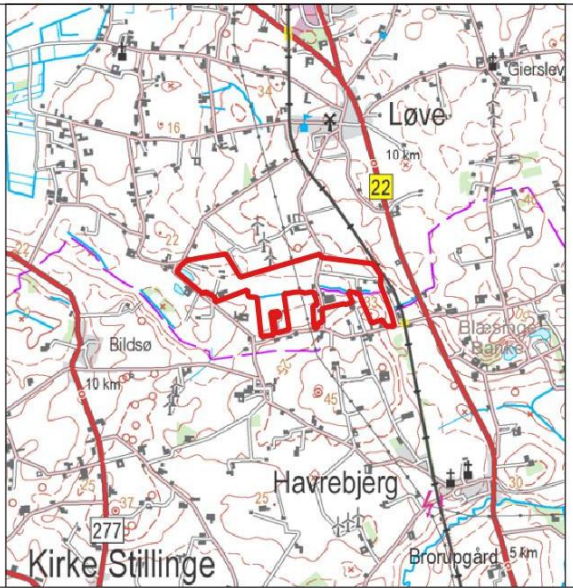
Bilag 2.2

Middelmodstand i dybdeinterval 2 til 4 m

tTEM kortlægning
 Keldsømade

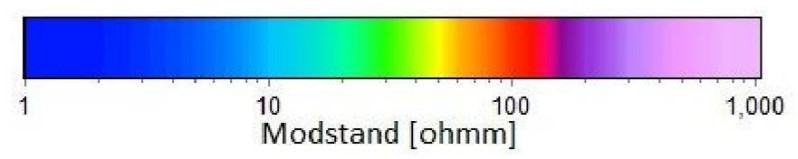


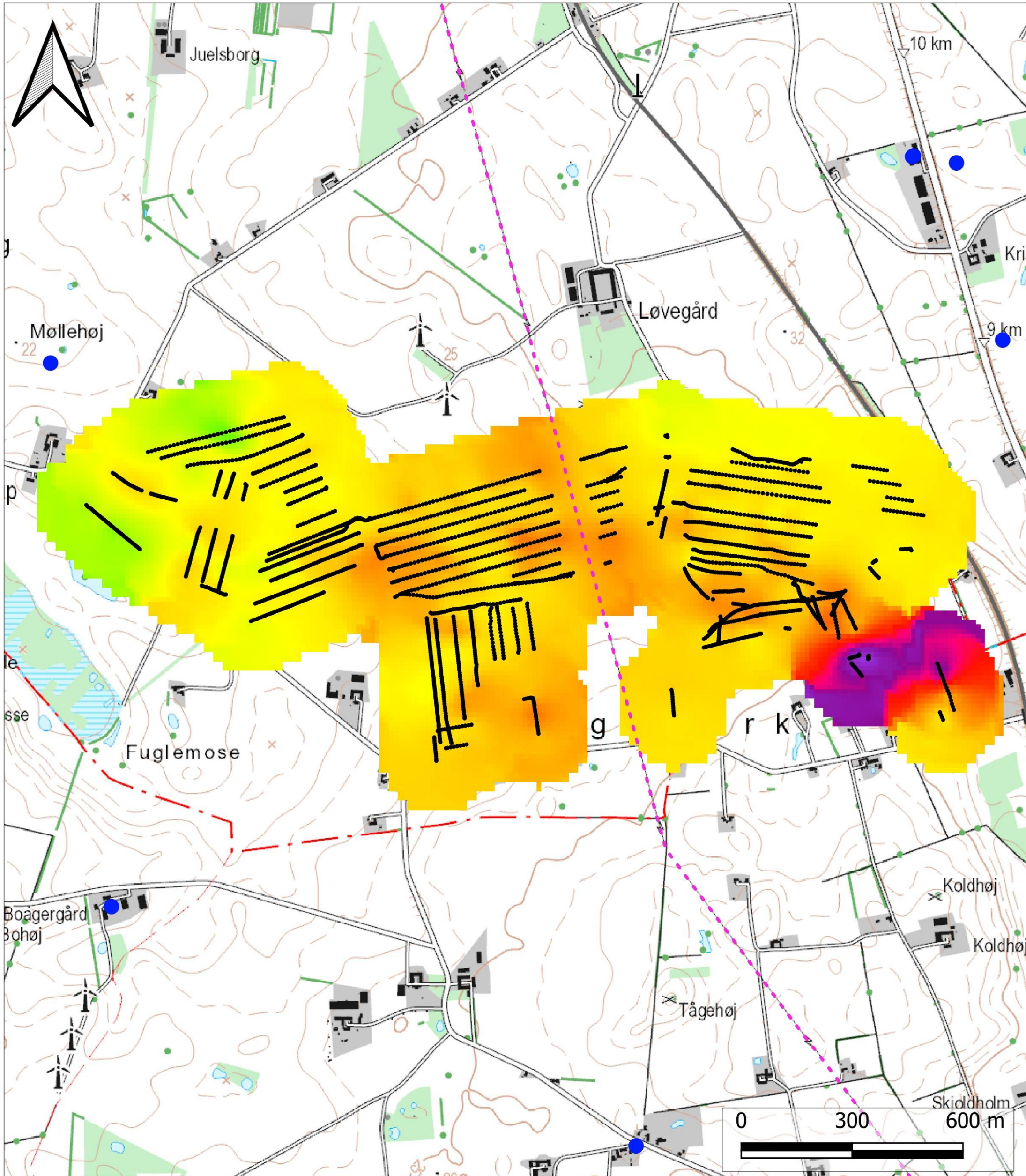
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





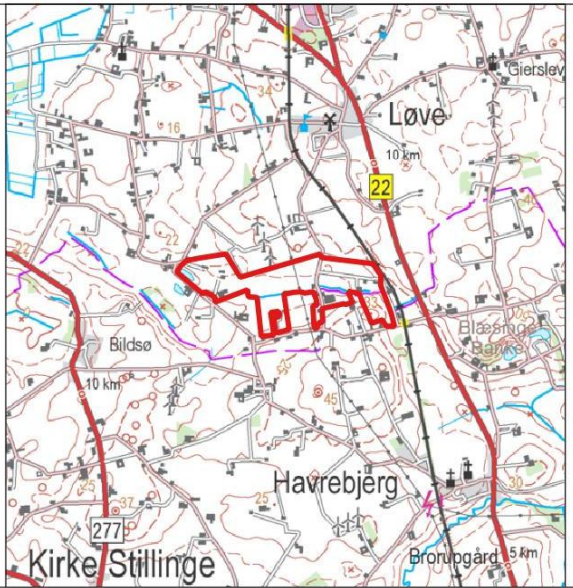
Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

Bilag 2.3

Middelmodstand i dybdeinterval 4 til 7 m

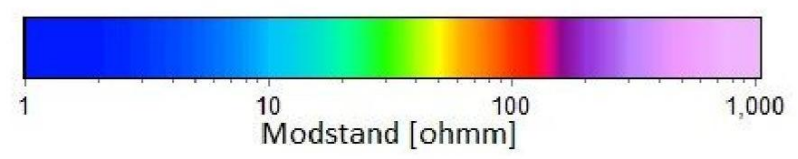
tTEM kortlægning
 Keldsømade

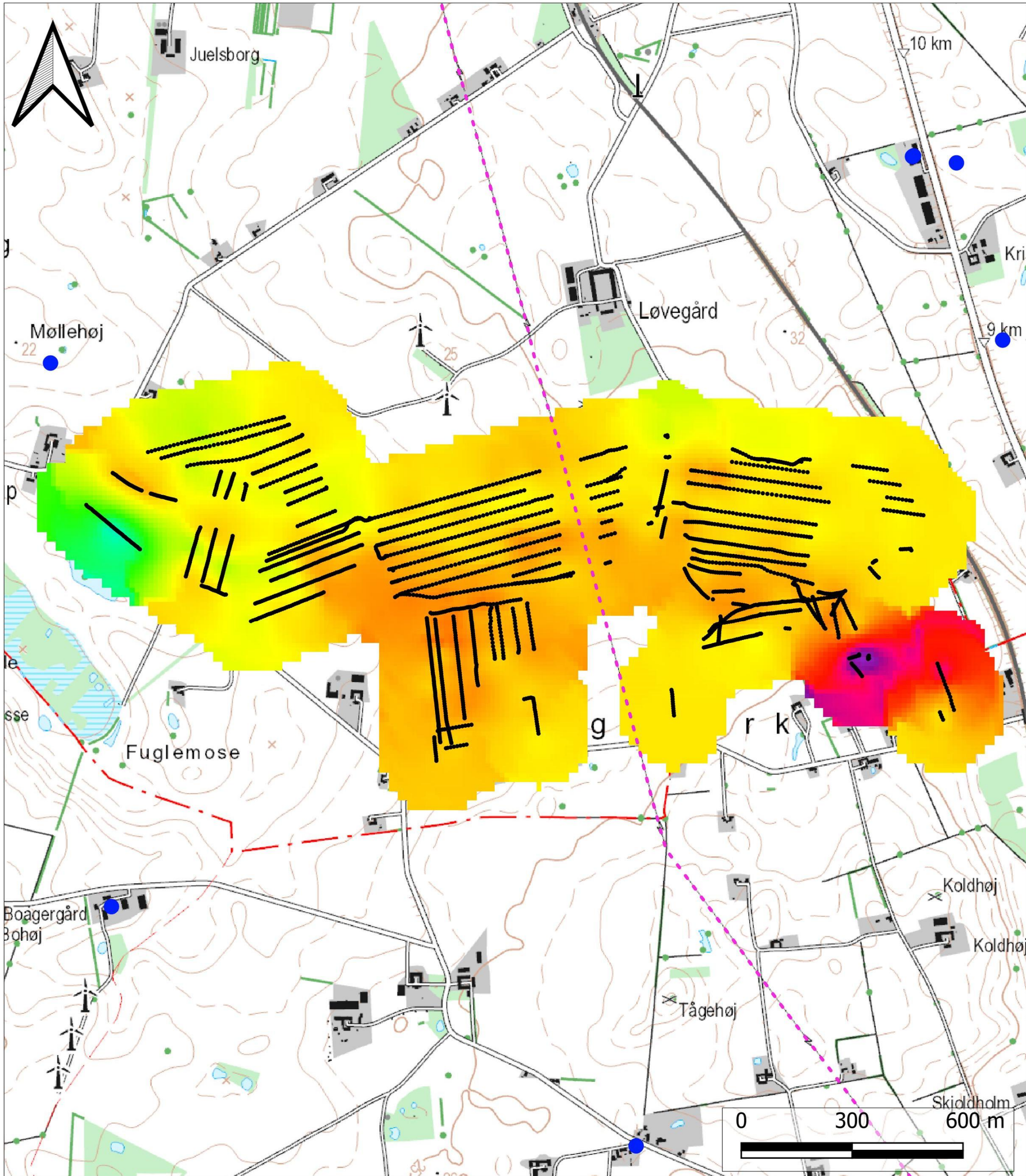
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

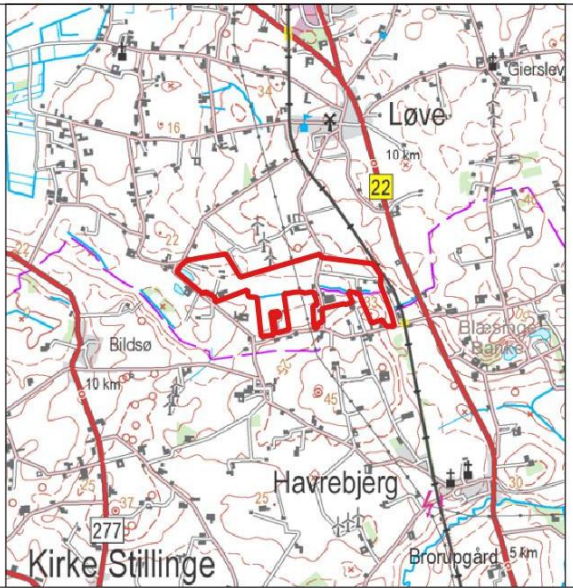
Bilag 2.4

Middelmodstand i dybdeinterval 7 til 10 m

tTEM kortlægning
 Keldsømade

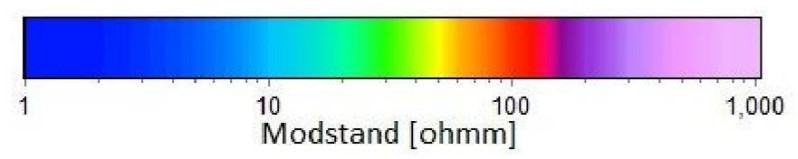


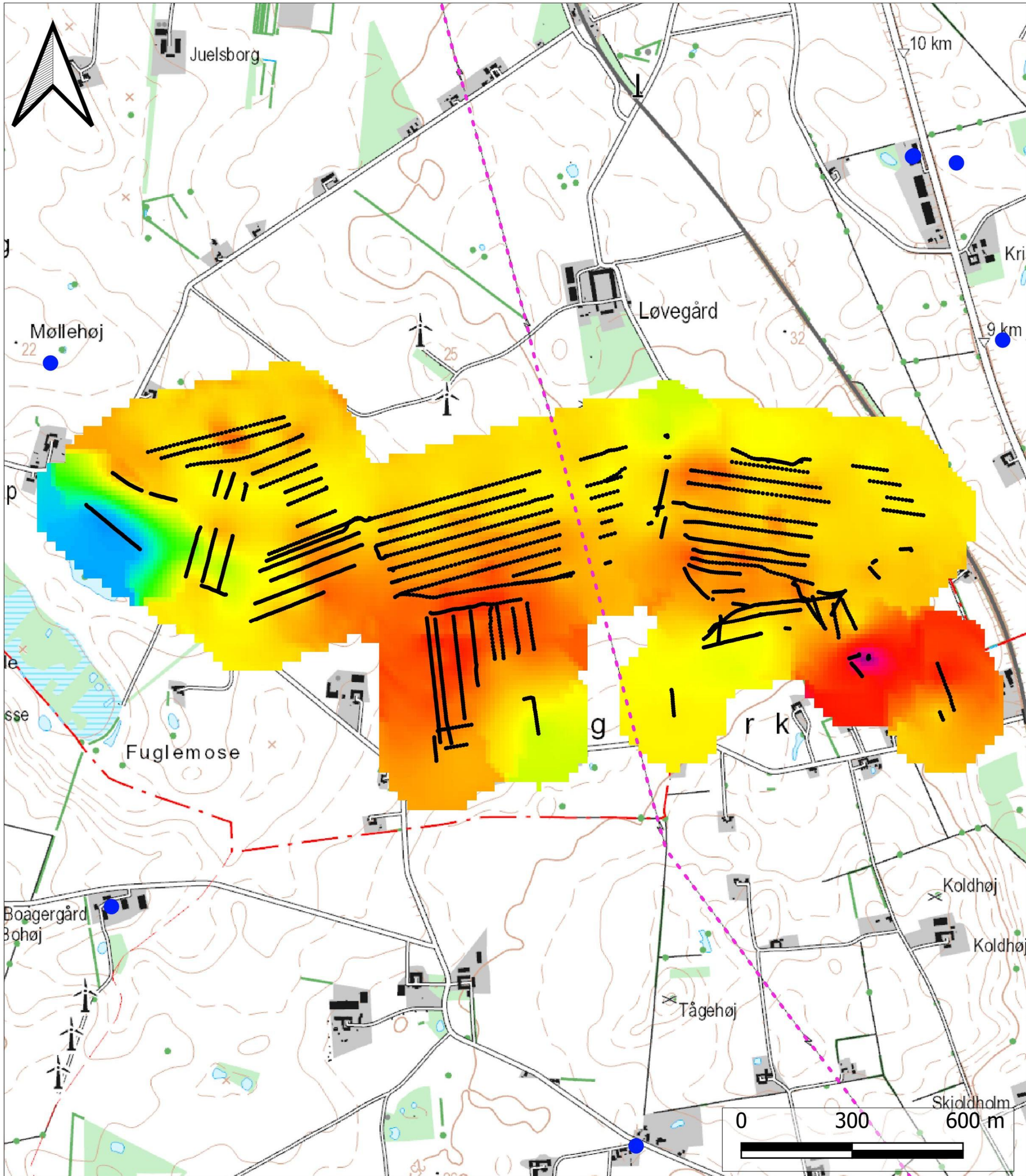
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

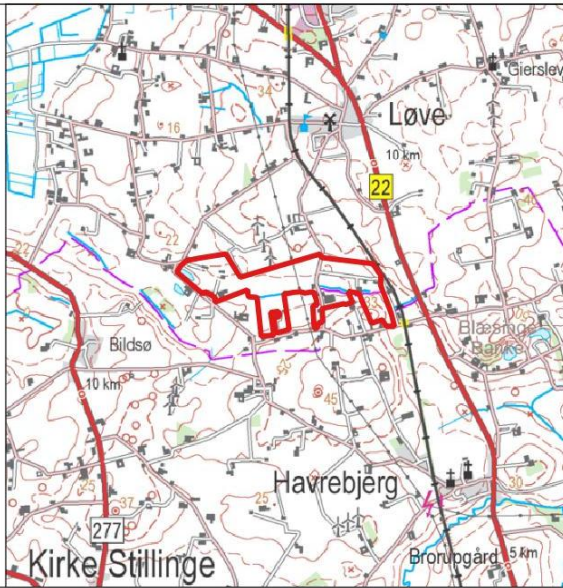
Bilag 2.5

Middelmodstand i dybdeinterval 10 til 15 m

tTEM kortlægning
 Keldsømade

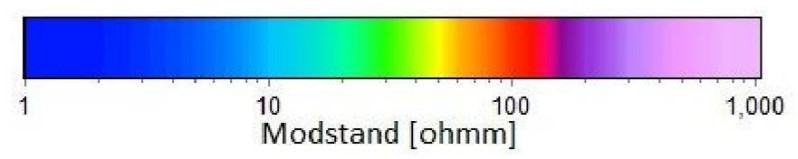


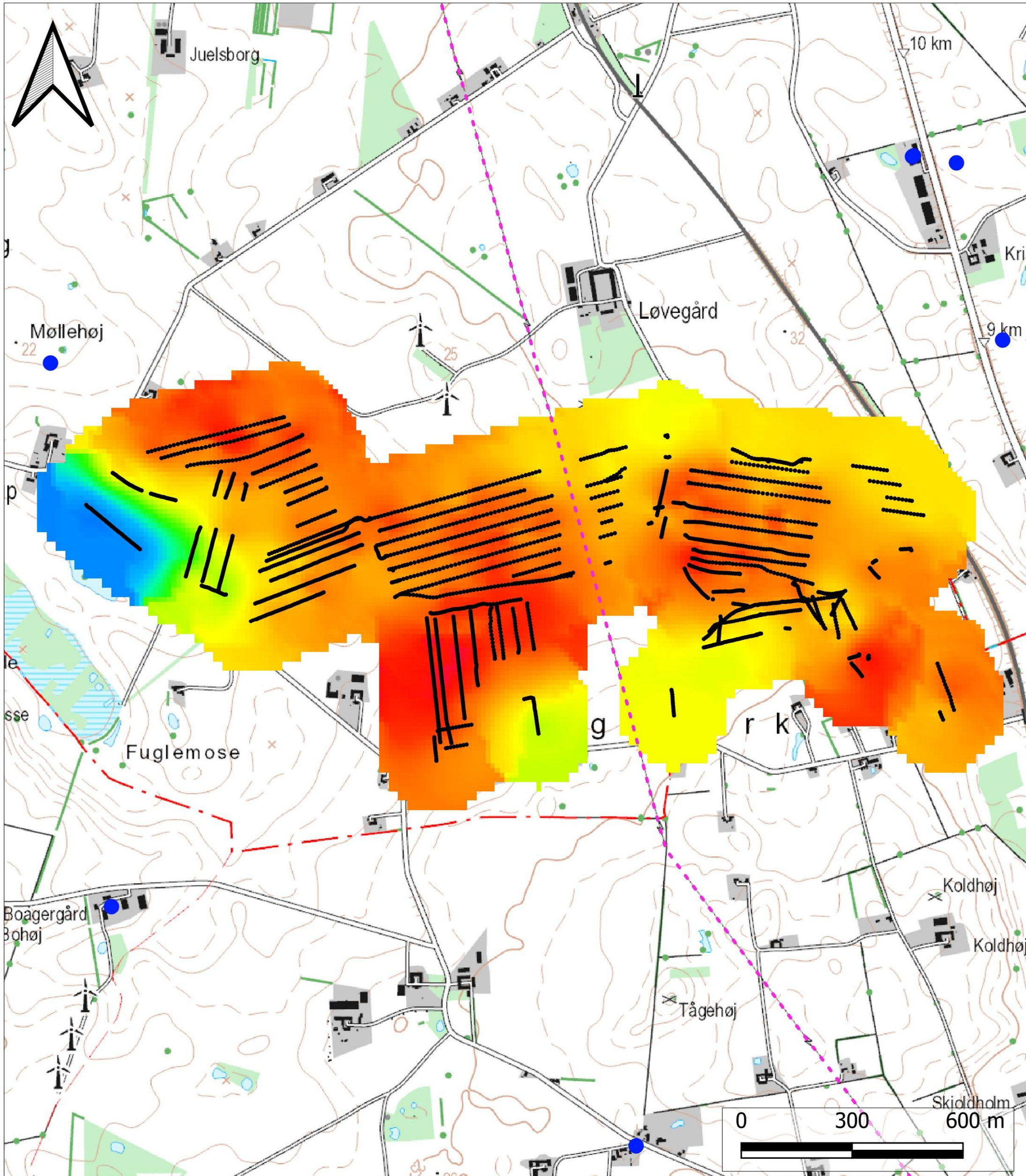
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





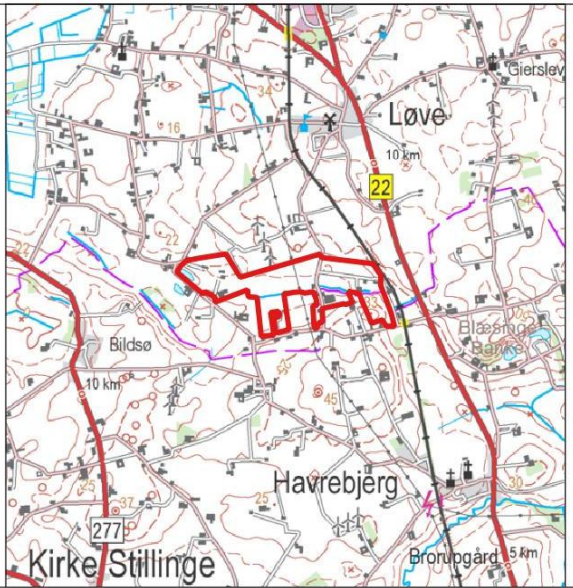
Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

Bilag 2.6

Middelmodstand i dybdeinterval 15 til 20 m

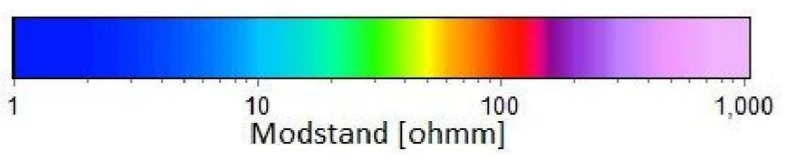
tTEM kortlægning
 Keldsømade

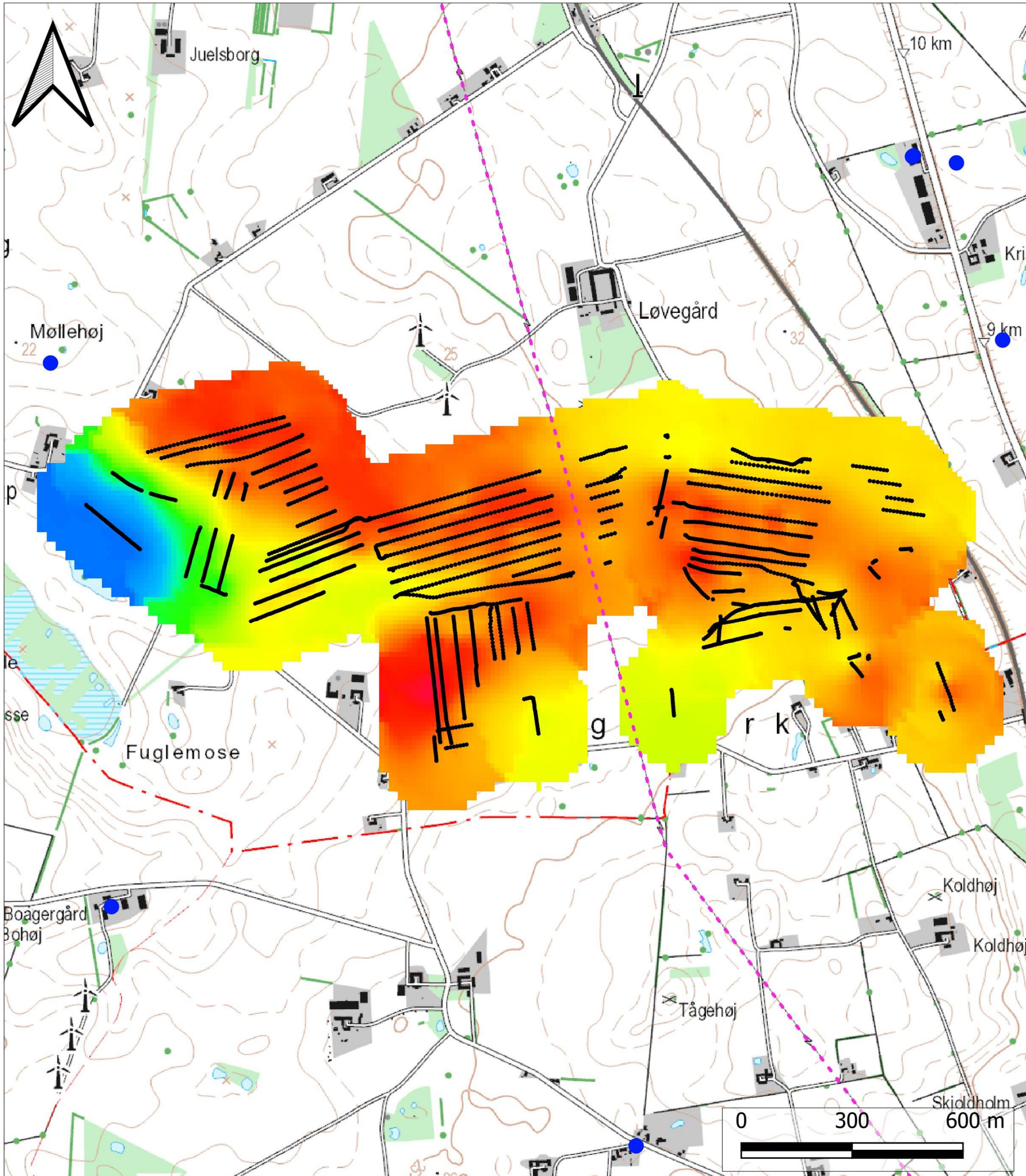
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

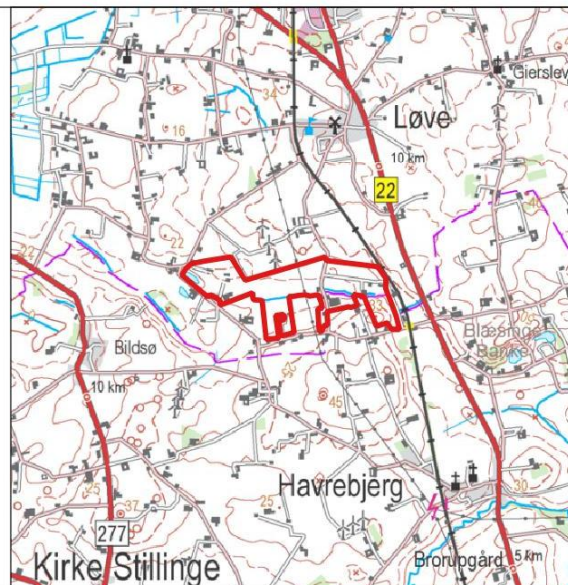
Bilag 2.7

**Middelmodstand i dybdeinterval
 20 til 25 m**

tTEM kortlægning
 Keldsømade

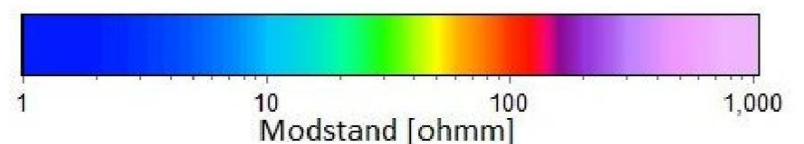


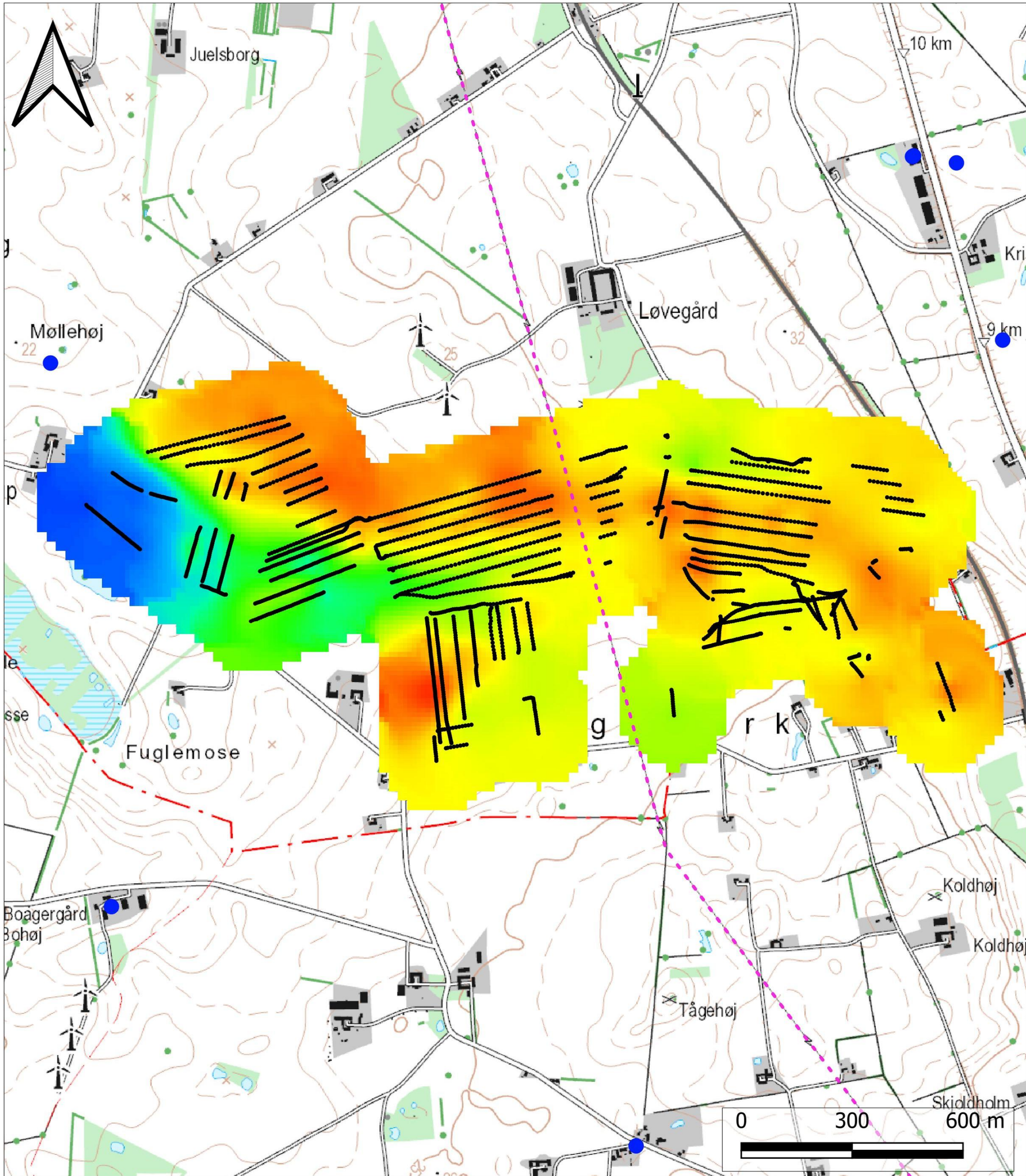
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

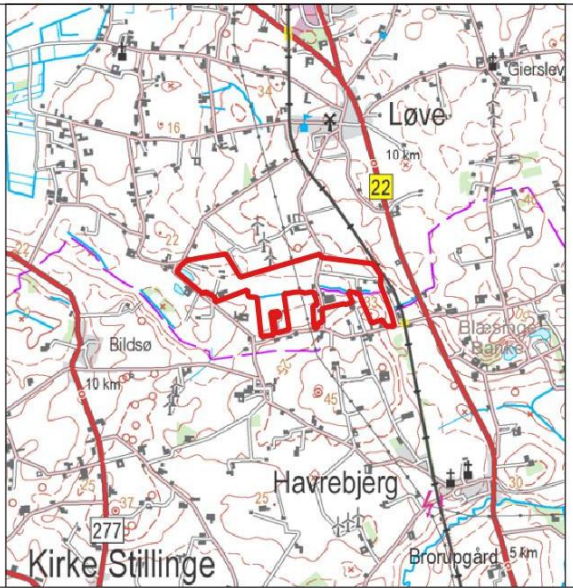
Bilag 2.8

Middelmodstand i dybdeinterval 25 til 30 m

tTEM kortlægning
 Keldsømade

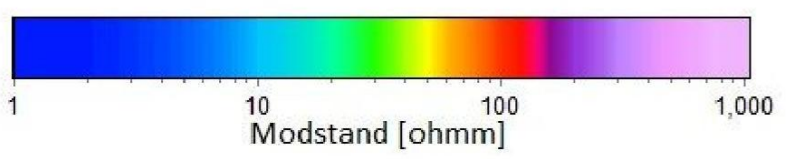


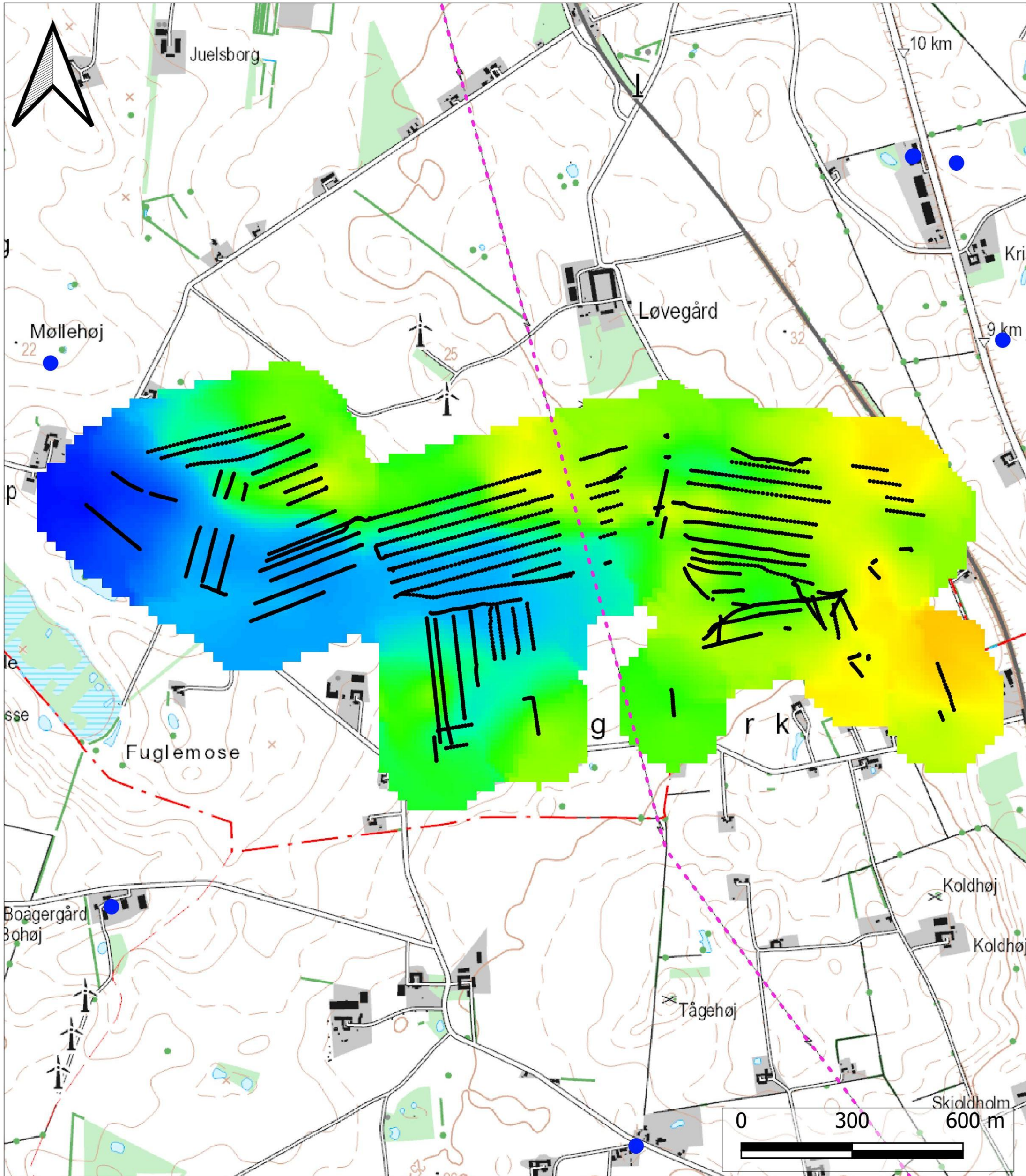
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

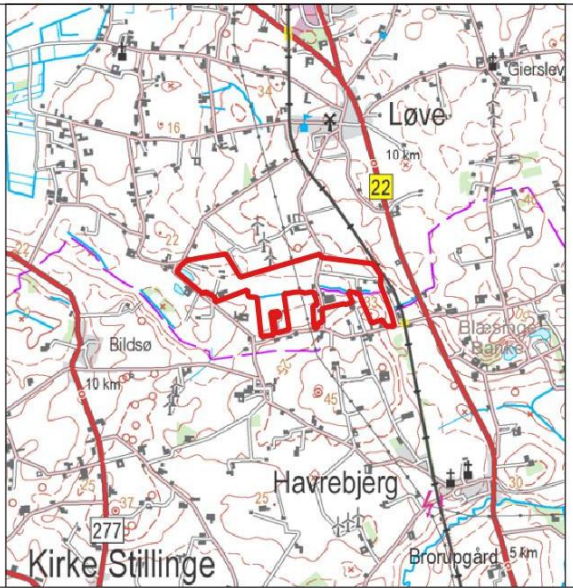
Bilag 2.9

Middelmodstand i dybdeinterval 30 til 40 m

tTEM kortlægning
 Keldsømade

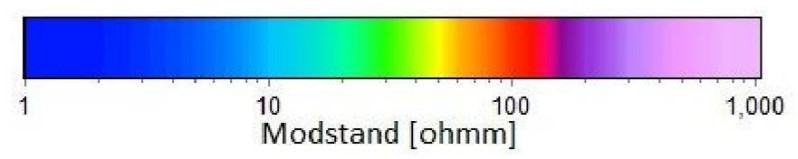


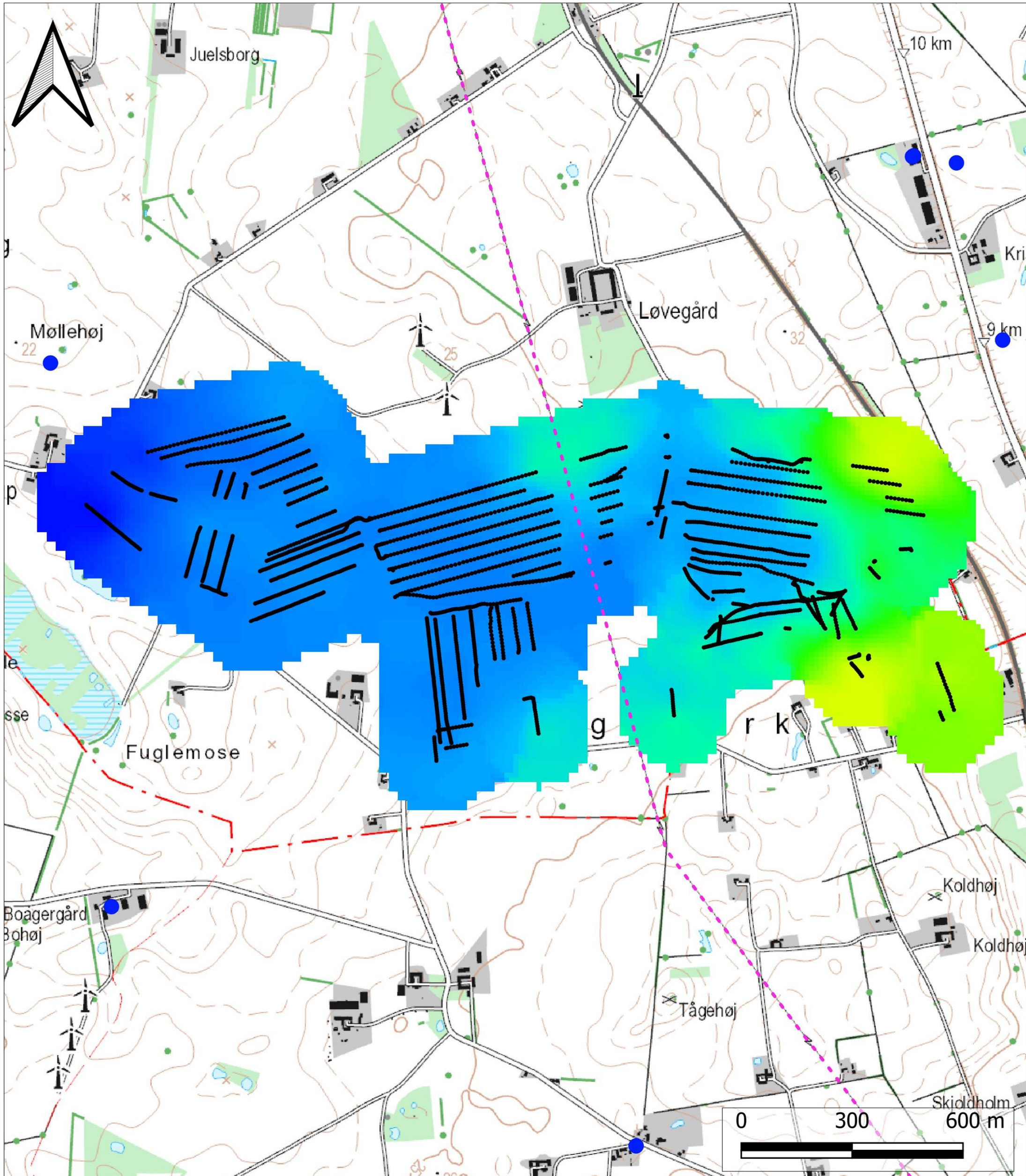
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

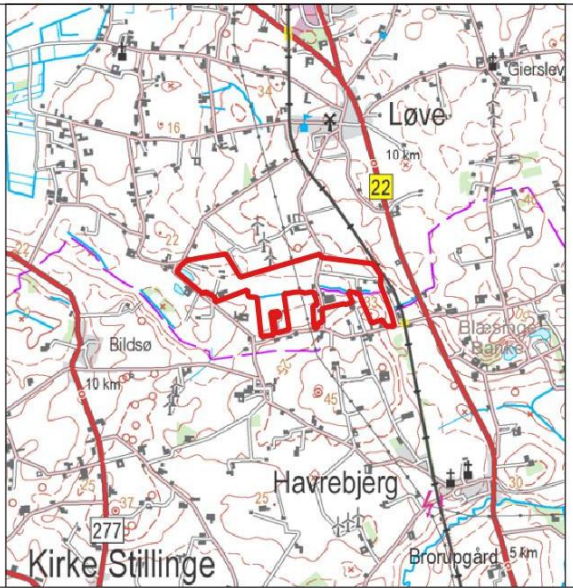
Bilag 2.10

Middelmodstand i dybdeinterval 40 til 50 m

tTEM kortlægning
 Keldsømade

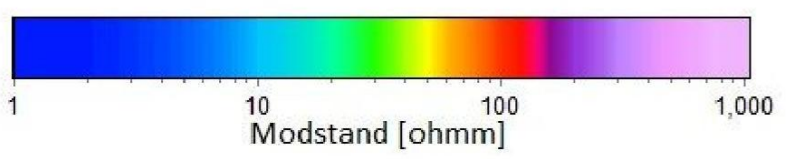


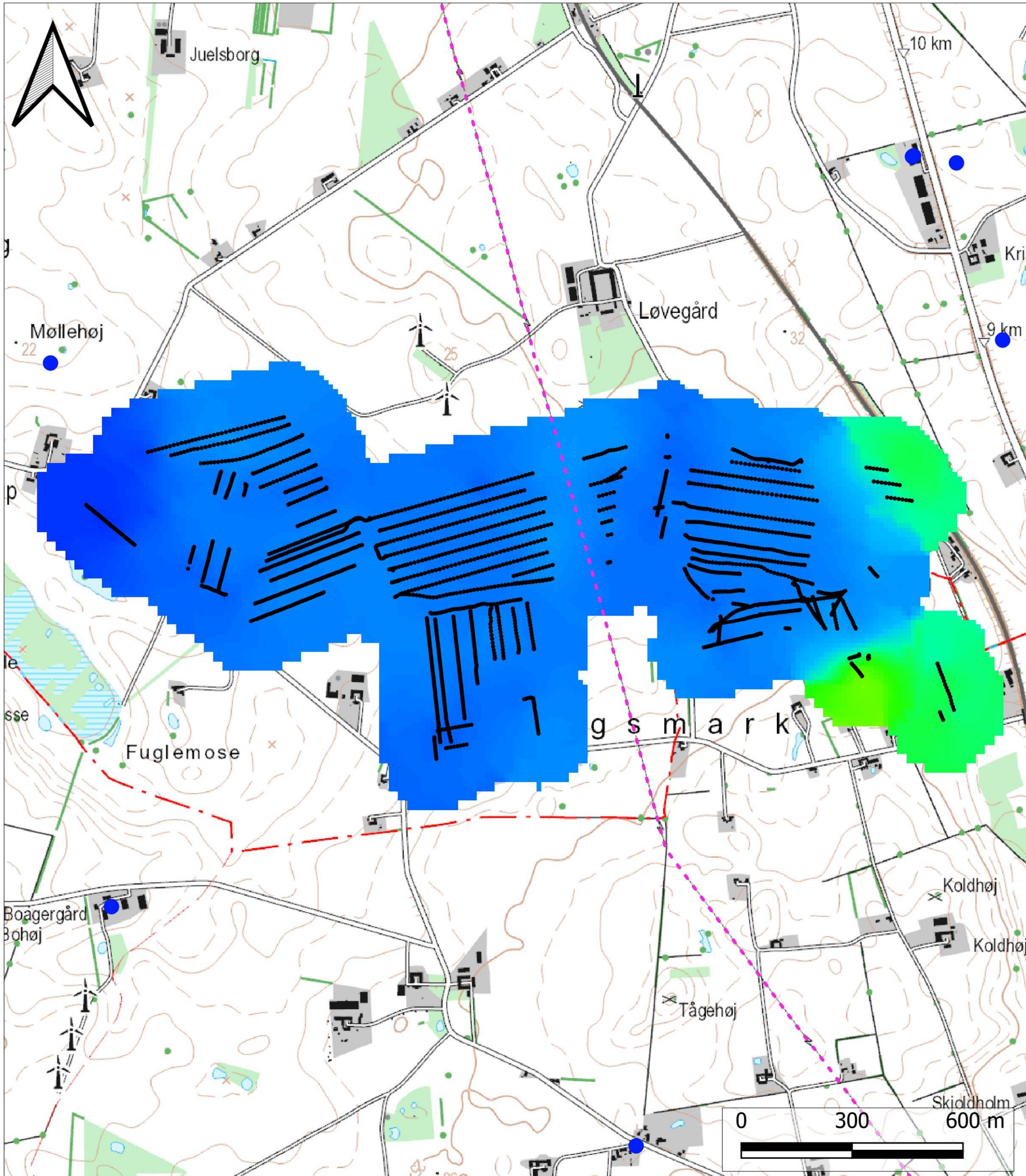
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

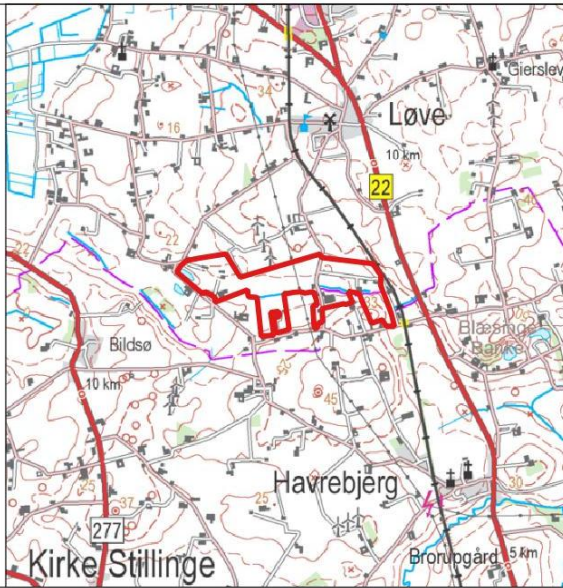
Bilag 2.11

Middelmodstand i dybdeinterval 50 til 60 m

tTEM kortlægning
 Keldsømade

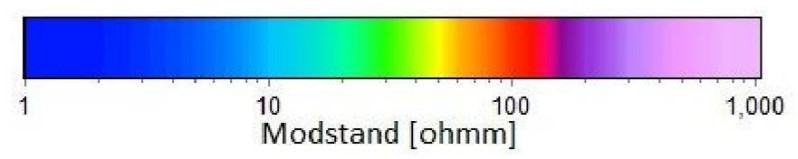


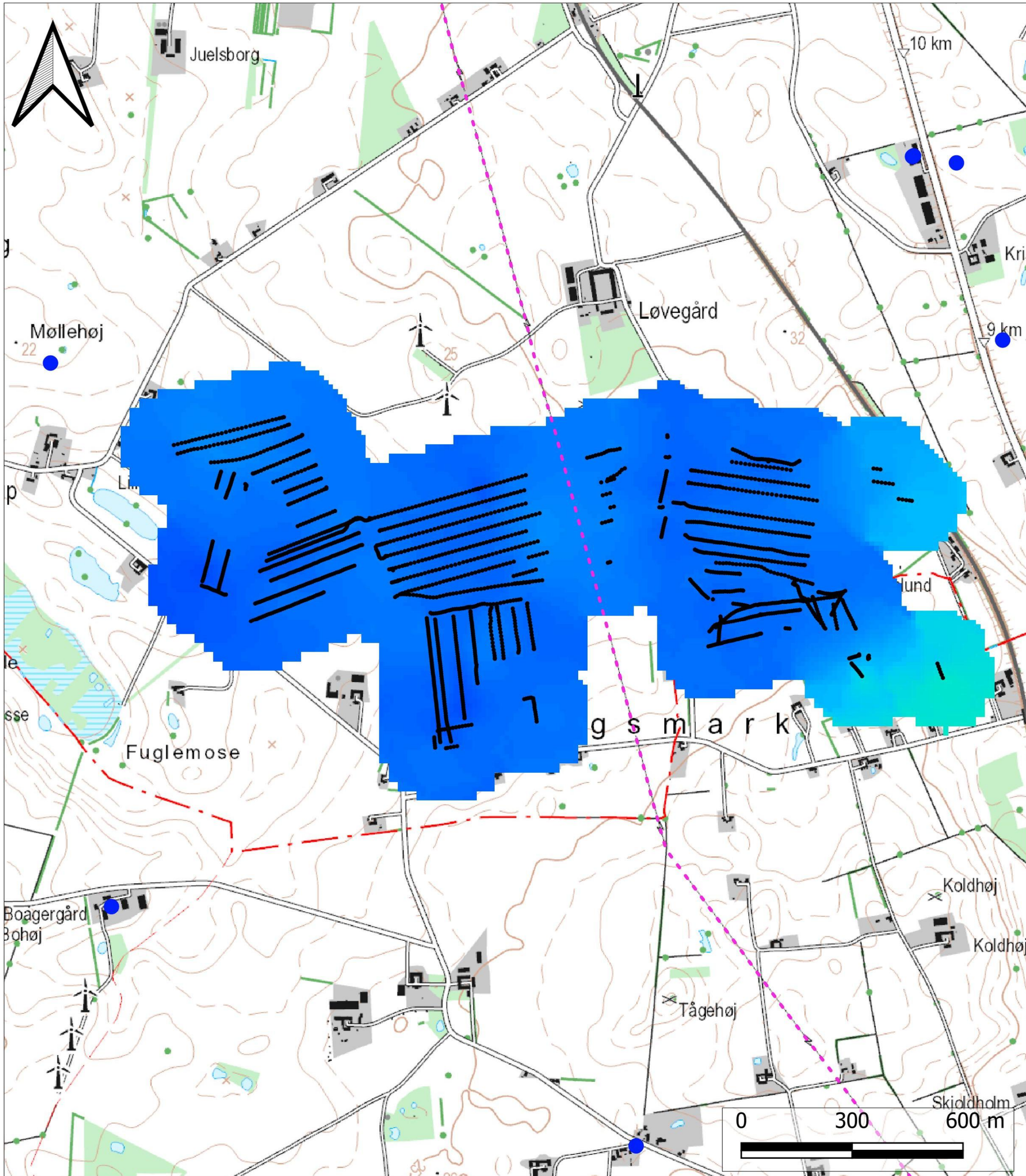
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)





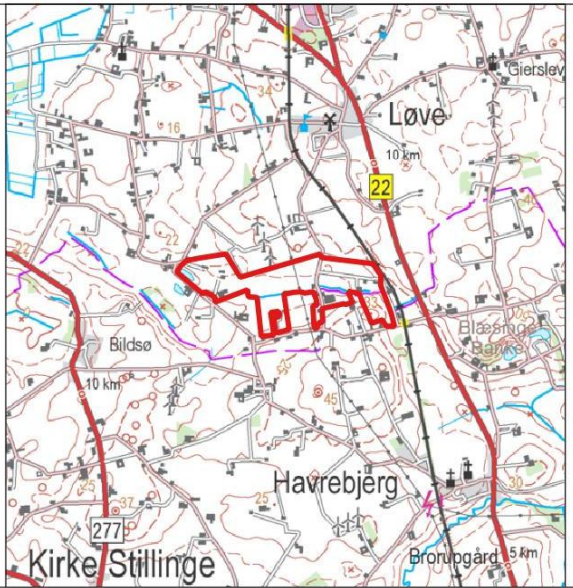
Rev.: 1
 Dato: 2021.12.9
 Af: MTDL
 Kontrol: JOAW
 Godkender: JOAW
 Sag: 1100049097

Bilag 2.12

Middelmodstand i dybdeinterval 60 til 70 m

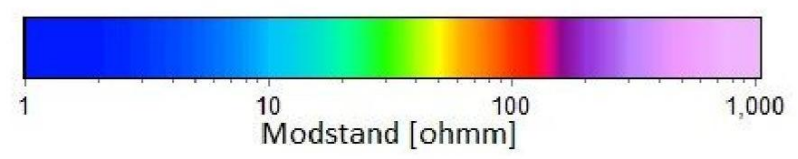
tTEM kortlægning
 Keldsømade

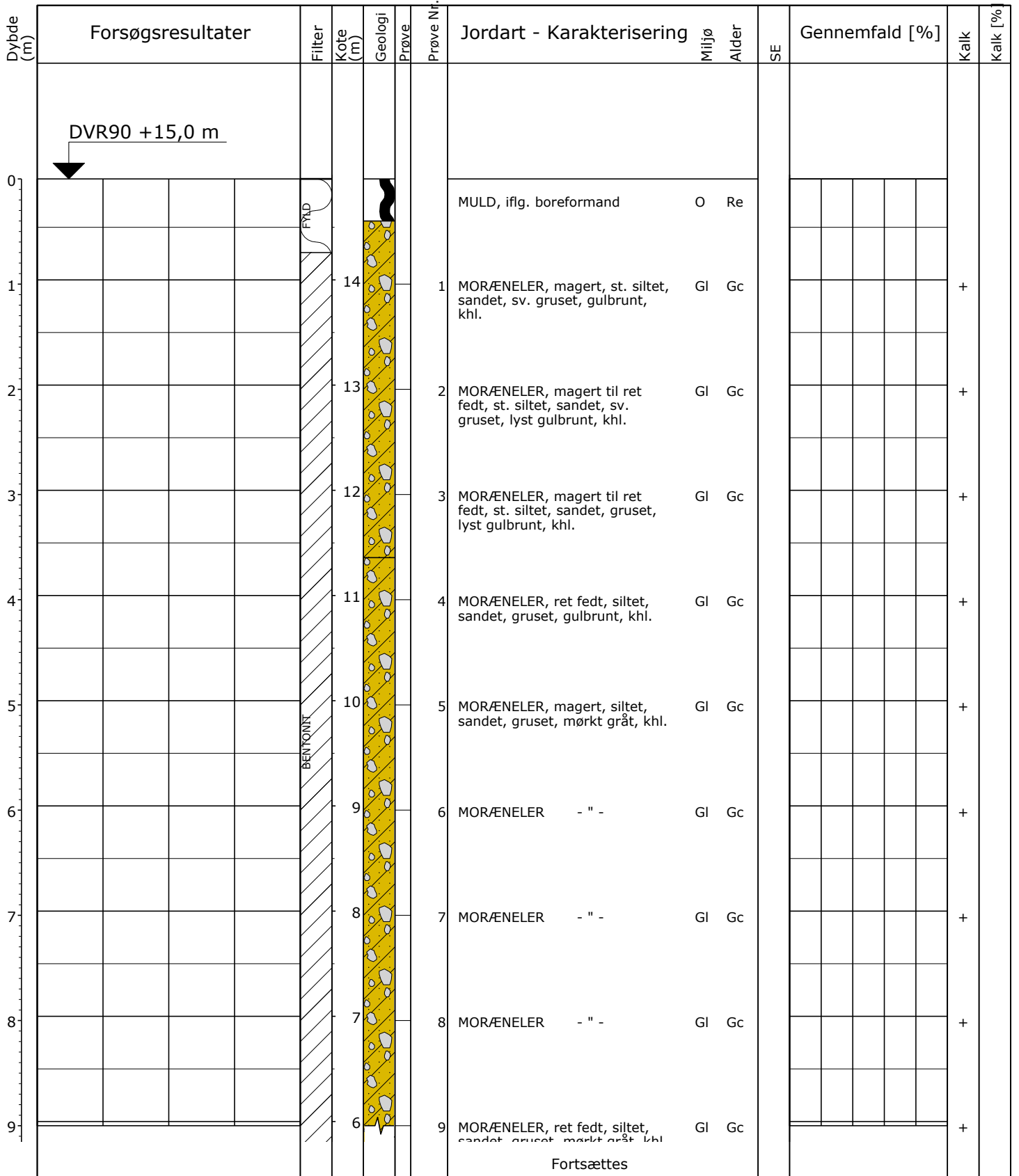
Olof Palmes Allé 22
 DK 8200 Aarhus N



Signaturforklaring

- - Højspændingsledning
- Tolkede tTEM-data
- Boringer (Dybde min 3 m)







10	20	30	40	W (%)	0	20	40	60	80	100 (%)

Boremethode: 8" Foret tørboring
 Projektion: UTM32E89
 X: 6143486 (m) Y: 6149540 (m) Plan:

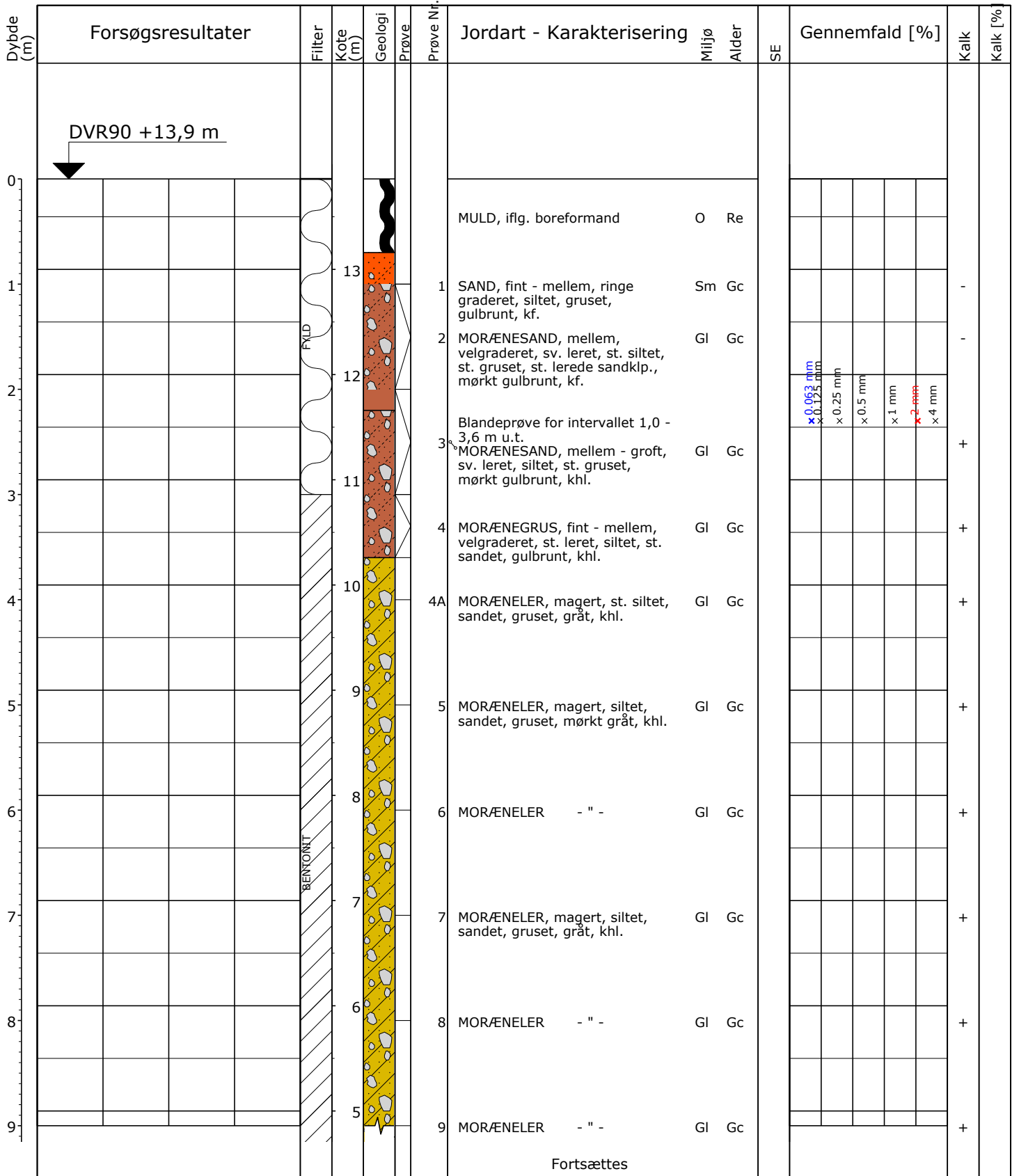
Sag: 1100050740 Råstofkortlægning i fem delområder for Region Sjælland
 Boret af: Jysk Geoteknik A/S Dato: 2023.10.19 Bedømt af: MBHN DGU Nr.: 210. 1628 Boring: Keldsømade_1
 Udarb. af: LHT Kontrol: MBHN Godkendt: LHT Dato: 2024.03.22 Bilag: 8_1 S. 1/2

Dybde (m)	Forsøgsresultater	Filter	Kote (m)	Geologi	Prøve	Prøve Nr.	Jordart - Karakterisering			SE	Gennemfald [%]				Kalk	Kalk [%]
							Miljø	Alder								
							Fortsat									
9			6			9	MORÆNELER, ret fedt, siltet, sandet, gruset, mørkt gråt, khl.	GI	Gc						+	
10			5			10	MORÆNELER, magert til ret fedt, siltet, sandet, gruset, mørkt gråt, khl.	GI	Gc						+	

10	20	30	40	W (%)	0	20	40	60	80	100	(%)

Boremetode: 8" Foret tørboring
 Projektion: UTM32E89
 X: 643486 (m) Y: 6149540 (m) Plan:

Sag: 1100050740 Råstofkortlægning i fem delområder for Region Sjælland
 Boret af: Jysk Geoteknik A/S Dato: 2023.10.19 Bedømt af: MBHN DGU Nr.: 210. 1628 Boring: Keldsømade_1
 Udarb. af: LHT Kontrol: MBHN Godkendt: LHT Dato: 2024.03.22 Bilag: 8_1 S. 2/2



Fortsættes

10 20 30 40 W (%)

0 20 40 60 80 100 (%)

Boremetode: 8" Foret tørboring
 Projektion: UTM32E89
 X: 644543 (m) Y: 6149378 (m) Plan:

Sag: 1100050740

Råstofkortlægning i fem delområder for Region Sjælland

Boret af: Jysk Geoteknik A/S

Dato: 2023.10.18 Bedømt af: MBHN

DGU Nr.: 210. 1629

Boring: Keldsømade_2

Udarb. af: LHT

Kontrol: MBHN

Godkendt: LHT

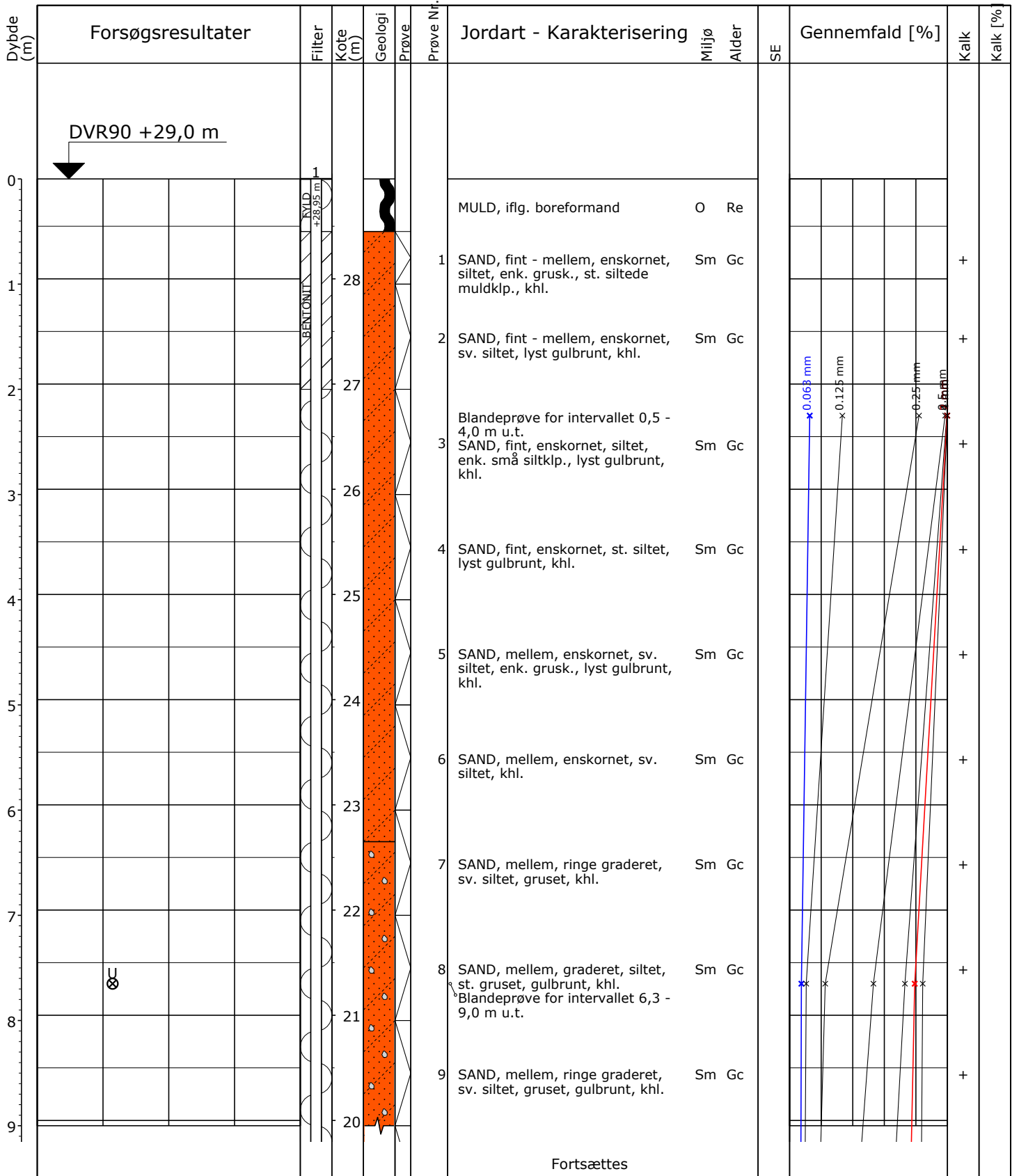
Dato: 2024.03.22

Bilag: 8_2

S. 1/2

RAMBOLL

Boreprofil



Fortsættes

Forsøgsresultater					Filter	Kote (m)	Geologi	Prøve	Prøve Nr.	Jordart - Karakterisering	Miljø	Alder	SE	Gennemfald [%]	Kalk	Kalk [%]
0										MULD, iflg. boreformand	O	Re				
1						28				1 SAND, fint - mellem, enskornet, siltet, enk. grusk., st. siltede muldklp., khl.	Sm	Gc				+
2						27				2 SAND, fint - mellem, enskornet, sv. siltet, lyst gulbrunt, khl.	Sm	Gc				+
3						26				Blandeprøve for intervallet 0,5 - 4,0 m u.t. 3 SAND, fint, enskornet, siltet, enk. små siltklp., lyst gulbrunt, khl.	Sm	Gc				+
4						25				4 SAND, fint, enskornet, st. siltet, lyst gulbrunt, khl.	Sm	Gc				+
5						24				5 SAND, mellem, enskornet, sv. siltet, enk. grusk., lyst gulbrunt, khl.	Sm	Gc				+
6						23				6 SAND, mellem, enskornet, sv. siltet, khl.	Sm	Gc				+
7						22				7 SAND, mellem, ringe graderet, sv. siltet, gruset, khl.	Sm	Gc				+
8						21				8 SAND, mellem, graderet, siltet, st. gruset, gulbrunt, khl. Blandeprøve for intervallet 6,3 - 9,0 m u.t.	Sm	Gc				+
9						20				9 SAND, mellem, ringe graderet, sv. siltet, gruset, gulbrunt, khl.	Sm	Gc				+

Forsøgsresultater					Filter	Kote (m)	Geologi	Prøve	Prøve Nr.	Jordart - Karakterisering	Miljø	Alder	SE	Gennemfald [%]	Kalk	Kalk [%]
10	20	30	40	W (%)												
5	10	15	20	U = d60 / d10												

Pejlerør: 1: - Ref. kote: 28,95 m

Boremethode: 8" Foret tørboring
Projektion: UTM32E89

X: 645274 (m) Y: 6149079 (m) Plan:

Sag: 1100050740

Råstofkortlægning i fem delområder for Region Sjælland

Boret af: Jysk Geoteknik A/S

Dato: 2023.10.18 Bedømt af: MBHN

DGU Nr.: 210. 1630

Boring: Keldsømade_3

Udarb. af: LHT

Kontrol: MBHN

Godkendt: LHT

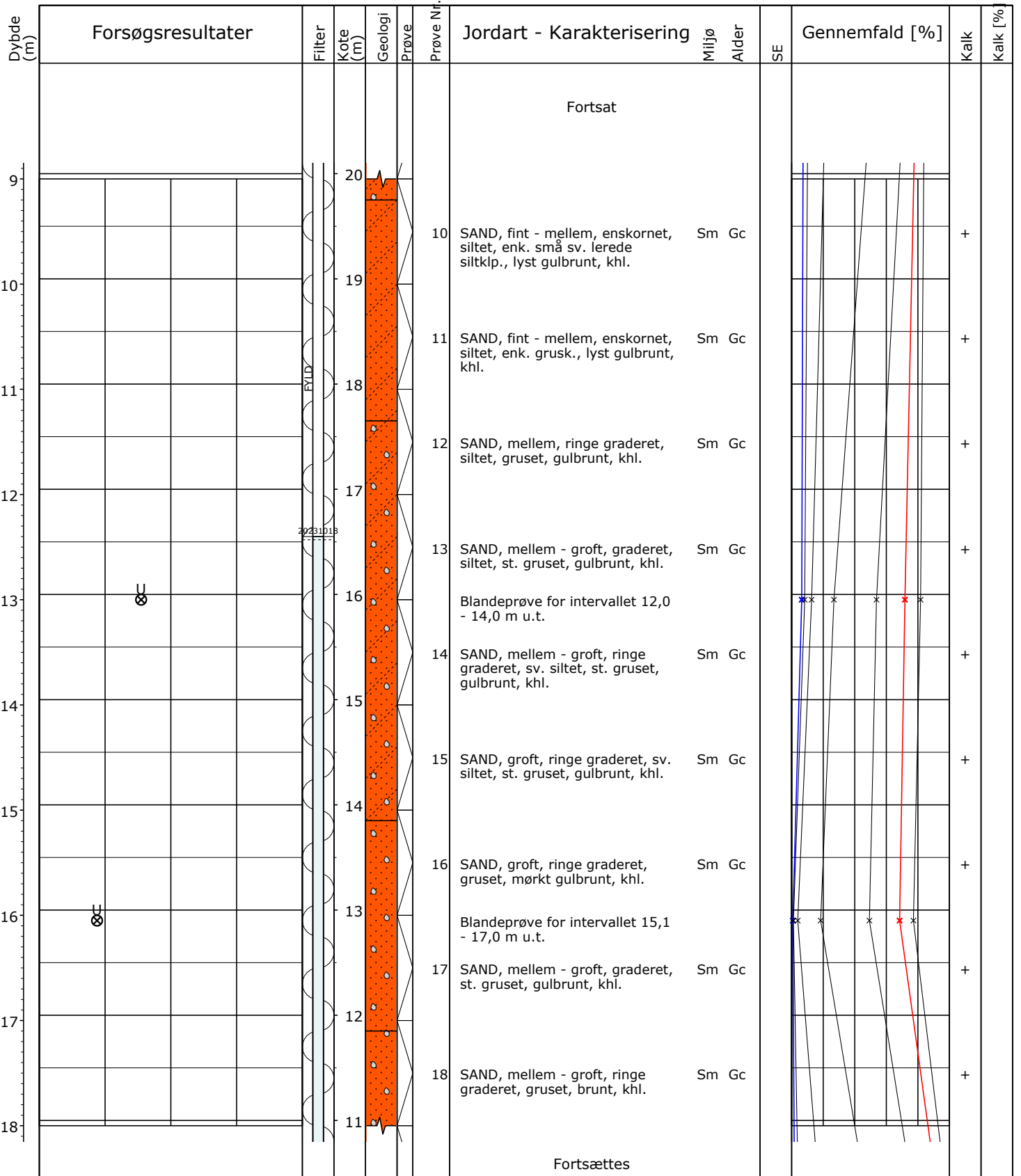
Dato: 2024.03.22

Bilag: 8_3

S. 1/3

RAMBOLL

Boreprofil

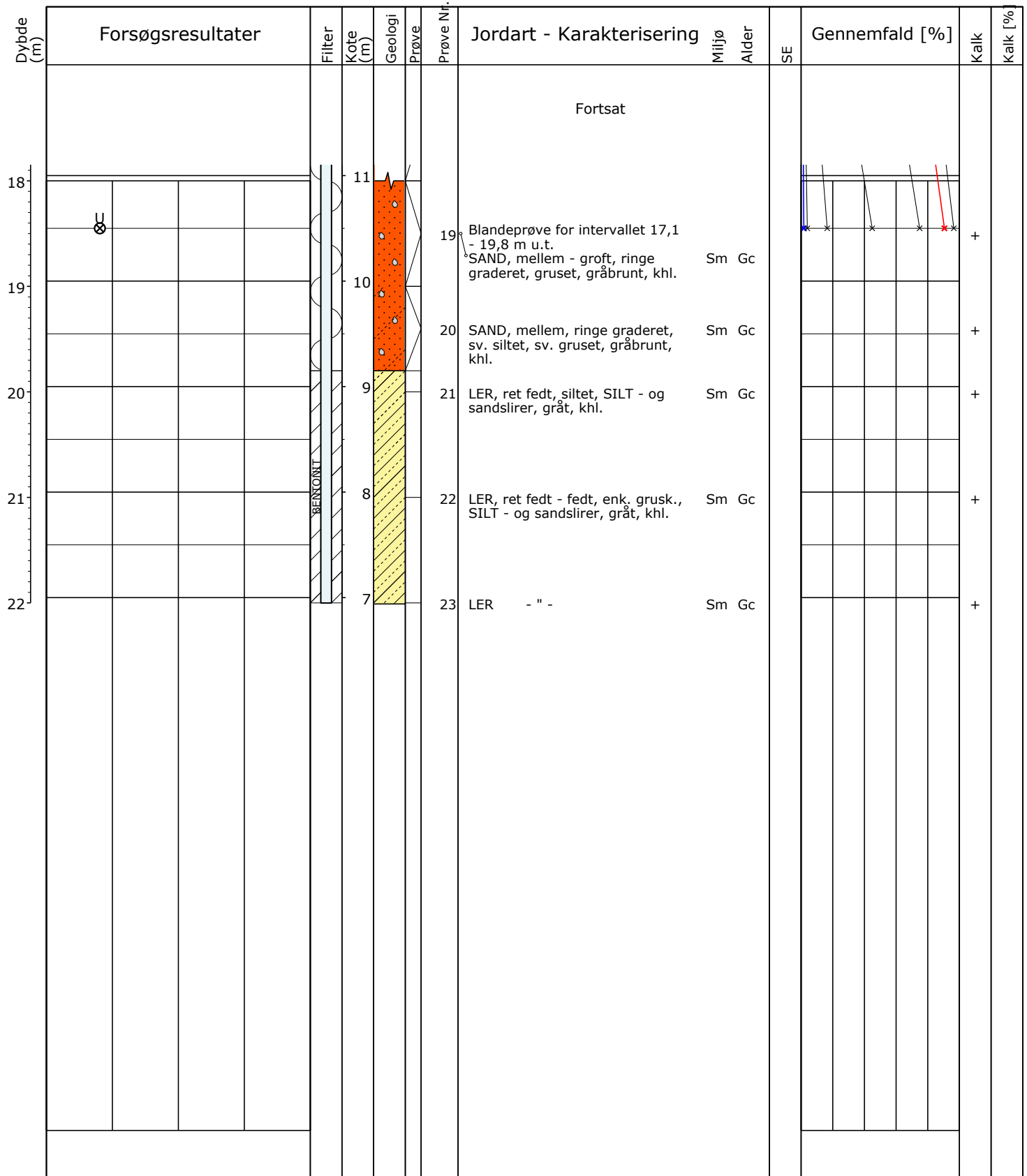


10	20	30	40	W (%)	0	20	40	60	80	100 (%)
⊗	5	10	15	20	U = d60 / d10					
Pejlerør: 1: - Ref. kote: 28,95 m Boremetode: 8" Foret tørboring Projektion: UTM32E89 X: 645274 (m) Y: 6149079 (m) Plan:										

Sag: 1100050740 Råstofkortlægning i fem delområder for Region Sjælland

Boret af: Jysk Geoteknik A/S Dato: 2023.10.18 Bedømt af: MBHN DGU Nr.: 210. 1630 Boring: Keldsømade_3

Udarb. af: LHT Kontrol: MBHN Godkendt: LHT Dato: 2024.03.22 Bilag: 8_3 S. 2/3



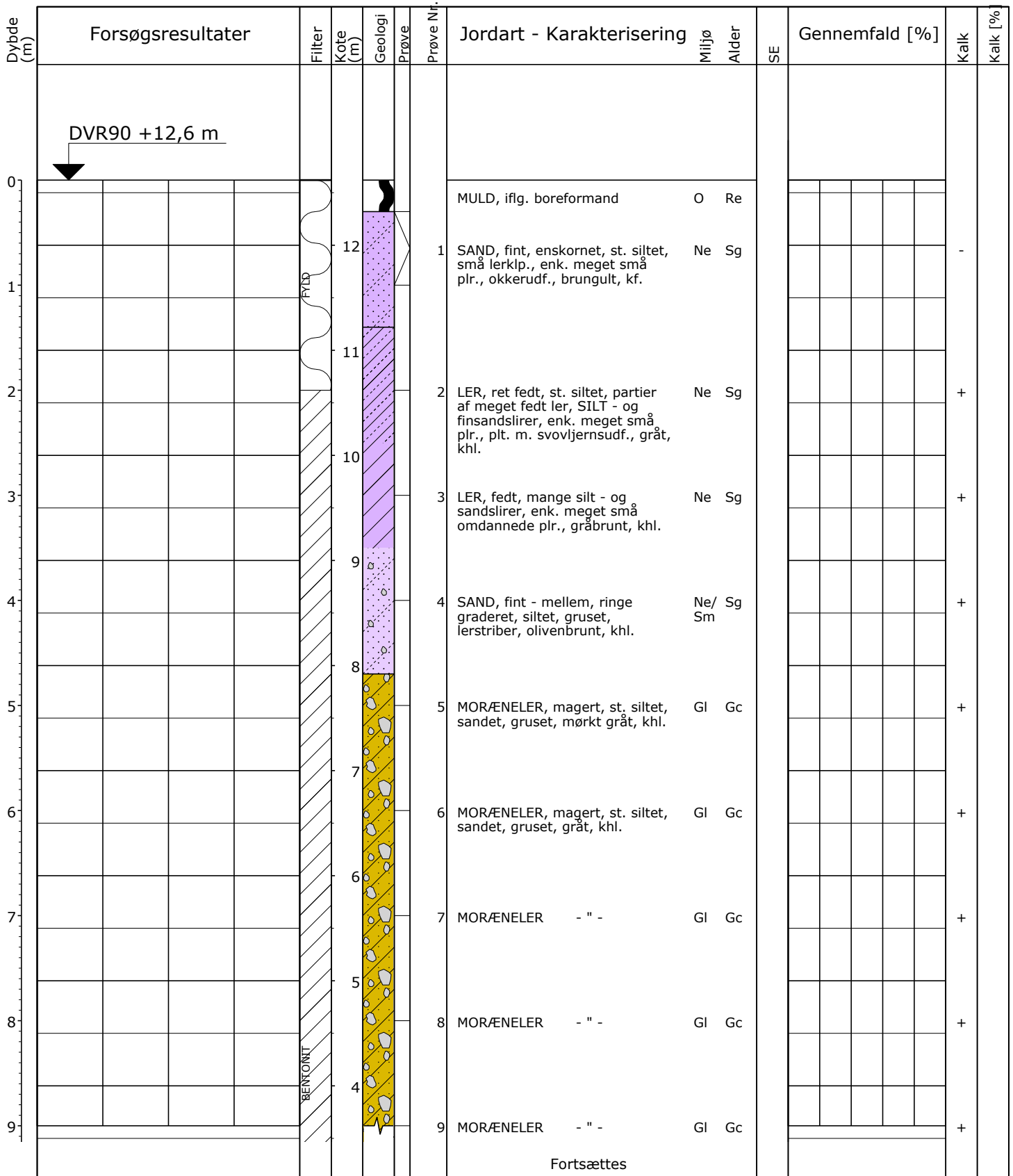
10	20	30	40	W (%)	0	20	40	60	80	100 (%)
⊗	5	10	15	20	U = d60 / d10	Pejlerør: 1: - Ref. kote: 28,95 m				
					Boremetode: 8" Foret tørboring					
					Projektion: UTM32E89					
					X: 645274 (m) Y: 6149079 (m) Plan:					

Sag: 1100050740 Råstofkortlægning i fem delområder for Region Sjælland

Boret af: Jysk Geoteknik A/S Dato: 2023.10.18 Bedømt af: MBHN DGU Nr.: 210. 1630 Boring: Keldsømade_3

Udarb. af: LHT Kontrol: MBHN Godkendt: LHT Dato: 2024.03.22 Bilag: 8_3 S. 3/3

GeoGIS2020 20.03.88 PSTSG 20-03-2024 12:55:58



Fortsættes

10 20 30 40 W (%)

0 20 40 60 80 100 (%)

Boremetode: 8" Foret tørboring
 Projektion: UTM32E89
 X: 644183 (m) Y: 6149030 (m) Plan:

Sag: 1100050740 Råstofkortlægning i fem delområder for Region Sjælland
 Boret af: Jysk Geoteknik A/S Dato: 2023.10.18 Bedømt af: MBHN DGU Nr.: 210. 1631 Boring: Keldsømade_4
 Udarb. af: LHT Kontrol: MBHN Godkendt: LHT Dato: 2024.03.22 Bilag: 8_4 S. 1/2



Boreprofil

Dybde (m)	Forsøgsresultater	Filter	Kote (m)	Geologi	Prøve	Prøve Nr.	Jordart - Karakterisering			SE	Gennemfald [%]				Kalk	Kalk [%]	
							Miljø	Alder									
							Fortsat										
9						9	MORÆNELER	- " -	GI	Gc							+
10						10	MORÆNELER	- " -	GI	Gc							+
11						11	MORÆNELER, ret fedt, siltet, sandet, gruset, gråt, khl.		GI	Gc							+
12						12	MORÆNELER, magert, siltet, sandet, gruset, gråt, khl.		GI	Gc							+
13						13	MORÆNELER	- " -	GI	Gc							+
14						14	MORÆNELER	- " -	GI	Gc							+
15						15	MORÆNELER	- " -	GI	Gc							+

10 20 30 40 W (%)

0 20 40 60 80 100 (%)

Boremetode: 8" Foret tørboring
 Projektion: UTM32E89
 X: 644183 (m) Y: 6149030 (m) Plan:

Sag: 1100050740

Råstofkortlægning i fem delområder for Region Sjælland

Boret af: Jysk Geoteknik A/S

Dato: 2023.10.18 Bedømt af: MBHN

DGU Nr.: 210. 1631

Boring: Keldsømade_4

Udarb. af: LHT

Kontrol: MBHN

Godkendt: LHT

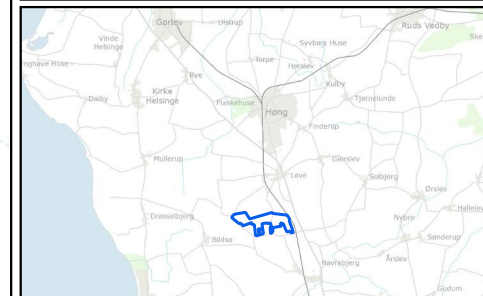
Dato: 2024.03.22

Bilag: 8_4

S. 2/2

RAMBOLL


Boreprofil






Signaturforklaring

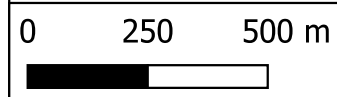
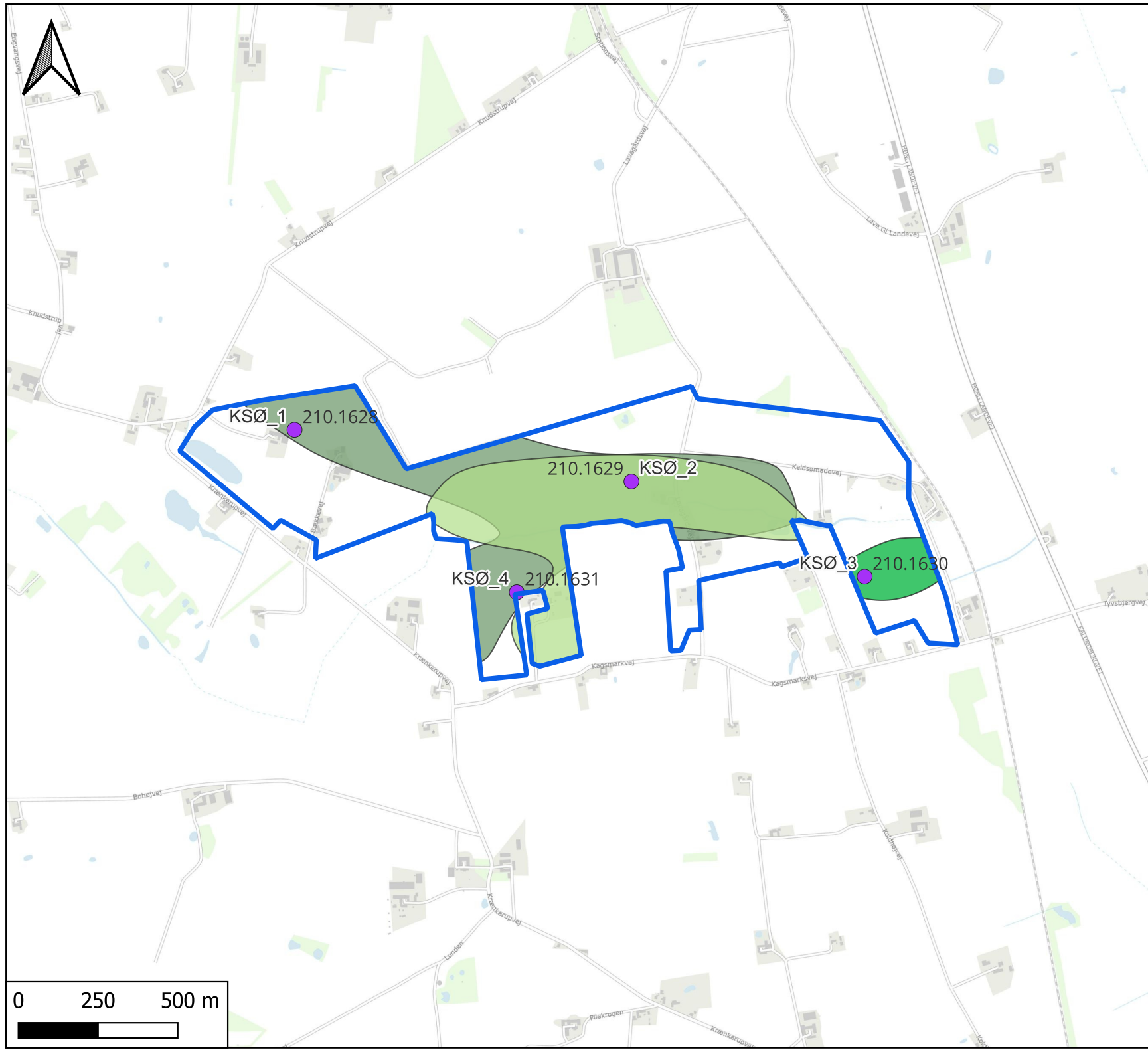
 Kortlægningsområde

Boringer

 Nye råstofboringer [borings-ID og DGU-nr]

Råstofforekomster [dybde]

-  Forekomst 1 [0 - 4 m]
-  Forekomst 2 [0 - 20-25 m]
-  Forekomst 3 [~10 - 25-30 m]



Rev: 1
Dato: 21-03-2024
Af: AHB
Kontrol: MBHN
Godkender: LHT
Sag: 1100050740

Bilag 9

Råstofforekomster
Råstofgeologisk kortlægning
Keldsømade



Olof Palmes Allé 22
Dk 8200 Aarhus N