

RAPPORT**Moränkartläggning***Nunasvaara*

Framställd för:

Talga Resources Ltd.

Insänd av:

Golder Associates AB

P.O. Box 869

SE-971 26 Luleå Sweden

+46 920 730 30

1792948

2019-07-24



Distributionslista

Talga Resources Ltd. (1 ex)

Golder Associates AB (1 ex)

Innehållsförteckning

1.0	INLEDNING.....	1
2.0	LOKALISERING	1
3.0	FJÄRRANALYS.....	1
4.0	FJÄRRANALYS.....	2
4.1	Skyddsobjekt och naturvärden.....	2
4.2	Tillgängligt underlag för fjärranalys	4
4.3	Utvärdering.....	7
4.4	Utvalda områden för fältundersökning	8
5.0	PLATSBESÖK MED YTLLIGARE PROVGROPSGRÄVNING.....	9
5.1	Föreslagna lokaler för moränprovtagning	18
5.1.1	Område 1	18
5.1.2	Område 2	18
5.1.3	Område 3	19
6.0	KOMPLETTERANDE PROVGROPSGRÄVNING MED GRÄVMASKIN I REKOMMENDERADE DELOMRÅDEN.....	20
6.1	Resultat	21
7.0	LABORATORIEANALYSER	22
7.1	Allmänt	22
7.2	Resultat – geotekniska analyser	22
7.3	Resultat - geokemiska analyser	23
8.0	GEORADAR.....	27
9.0	SLUTSATSER.....	29
10.0	REFERENSER.....	29

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1: Sammanfattning av genomförda provgropar	21
Tabell 2: Föreslagna prover och behandling för geoteknisk laboratorieanalys.	22
Tabell 3: Resultat från siktanalyser på samlingsprover	22
Tabell 4: Resultat av permeabilitetsanalys. Medelvärden	22
Tabell 5: Redovisning av fullanalys med jämförelse mot KM och MKM.....	23

Tabell 6: Resultat från ABA-test.	24
Tabell 7: Sammanställning av skakförsök vid L/S 10 jämfört med övre gränsvärde för deponering vid Inert deponi respektive deponi för icke-farligt avfall (IFA).	25

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1: Flygbild över inventeringsområdet.	2
Figur 2: Äldre skog nordost om Hosiojärvi som förefaller blockig (5 i Figur 3).	3
Figur 3: Utpekade områden (1- 8) med naturvärden, (Pelagia, 2015). Högsta naturvärde: blå/lila polygon, Högt naturvärde: gröna polygoner, Påtagligt naturvärde: gula polygoer, Visst naturvärde: orange polygon. Observera att området för naturvärdesinventeringen är större än området för moräninventeringen.	4
Figur 4: Jorddjupskarta (SGU, 2018).	5
Figur 5: Gammastrålning Kalium, (SGU, 2018).	5
Figur 6: Jordartskarta (SGU, 2018).	6
Figur 7: Maskingrävda provgröpar markerade med gröna prickar (SGU,2018).	7
Figur 8: Områden för utvärdering A- D.	8
Figur 9: Utvalda områden (A och D) för fältundersökningar.	9
Figur 10: Redovisning av utvalda progropar vid fältbesök.	10
Figur 11: Provgrop i anslutning till Hosiorintas sluttning.	11
Figur 12: Ytterligare provgrop på Hosiorintas sluttning i nära anslutning till skogsbilväg.	12
Figur 13: Provgrop huvudsakligen bestående av sand norr om Hosiojärvi.	13
Figur 14: Provgrop huvudsakligen bestående av sand norr om Hosiojärvi.	14
Figur 15: Provgrop öster om Hosiojärvi.	15
Figur 16: Sanddynområde söder om Hosiojärvi.	16
Figur 17: Provgrop sydväst om Hosiojärvi på väg upp mot Hosiorinta i anslutning till väg.	17
Figur 18: Föreslaget område 1 för kompletterande maskingrävning.	18
Figur 19: Föreslaget område 2 för kompletterande maskingrävning.	19
Figur 20: Föreslaget område 3 för kompletterande maskingrävning. Provgrop föreslås lokaliseras till befintlig väg.	20
Figur 21: Provgropars läge	21
Figur 22: Utförda georadarlinjer.	28

BILAGOR

BILAGA A

Lokalisering och koordinater

BILAGA B

Fotografier

BILAGA C

Protokoll provgropar

BILAGA D

Sammanställning av prover

BILAGA E

Kornstorleksanalys

BILAGA F

Permeabilitetsanalys

BILAGA G

Modifierad Proctorpackning

BILAGA H

Skakföreök EN12457-3

BILAGA I

Fullanalys och ABA

BILAGA J

Georadar

1.0 INLEDNING

Golder Associates fick i uppdrag av Talga Mining PTY Ltd Filial Sweden (Talga) att utföra en moränkartering i ett avgränsat område omkring Nunasvaara, Norrbotten som en del av Talgas Vittangi Graphite-Graphene projekt.

Syftet med uppdraget var att identifiera områden med tillräckliga mängder, och kvalitet, av morän för att potentiellt kunna användas vid anläggande av dammar och i samband med efterbehandlingsåtgärder.

Arbetet utfördes i tre steg;

- Fjärranalys
- Platsbesök med ytligare provgroppsgrävning
- Kompletterande provgroppsgrävning med grävmaskin i utvalda delområden

Därutöver har områdesvis mätning av jordmåktighet genomförts med georadar. Resultatet från denna redovisas också i slutet av denna rapport.

2.0 LOKALISERING

Det avgränsade område som erhöles från Talga är lokaliserat nära Hosiorinta och de där belägna grafitfyndigheterna Nunasvaara South och Nunasvaara North. Avståndet till Vittangi, Kiruna kommun, är ca 10 i riktning väst-nordväst. Undersökningsområdet är obebott och till stora delar täckta med barrskog med smärre inslag av lövträd i begränsade områden.

3.0 FJÄRRANALYS

Som ett första steg har en fjärranalys genomförts med syfte att lokalisera områden där finkorniga jordarter med låg genomsläpplighet samt morän kan finnas. För att uppfylla syftet har olika kartmaterial, flygfoton och en naturvärdesinventering studerats. I denna rapport redovisas de centrala delarna av fjärranalysen samt ett förslag på de områden som föreslogs vara mål för fältundersökningen.

Det ungefärliga undersökningsområdet redovisas i Figur 1. I praktiken utfördes desktopstudien för större delen av det redovisade området på kartan för att inte intressanta områden skulle missas.



Figur 1: Flygbild över inventeringsområdet.

4.0 FJÄRRANALYS

4.1 Skyddsobjekt och naturvärden

I juni 2015 utförde Pelagia Miljökonsult AB en naturvärdesinventering på uppdrag av Talga inom koncessionsområdet för den planerade gruvan (Pelagia, 2015). Vid naturvärdesinventeringen identifierades ett antal områden vilka bedömdes innehålla naturvärden i naturvärdesklass 1- 4. Dessa finns numrerade 1- 8 i Figur 3. Bedömningen har genomförts enligt svensk standard för naturvärdesinventering SS199000:2014 utifrån bedömningsgrunderna art och biotop. Det område vilket var föremål för moräninventeringen är något mindre än koncessionsområdet och däri har fem områden med naturvärdesklass 2- 4 identifierats. Nedan redovisas kort de naturvärden som identifierats det avgränsade inom inventeringsområdet.

Högt naturvärde, naturvärdesklass 2

I öst (huvudsakligen öster om skogsbilsvägen i nord-sydlig riktning) gränsar området för moräninventeringen mot två stora myrkomplex, Jakojänkkä och Mukkanivanjänkkä vilka bedöms ha högt naturvärde (2 Figur 3).

På den halvö som är belägen i Hosiojärvi har ett areellt litet område utpekats som en nyckelbiotop av Skogsstyrelsen och bedöms därmed ha ett högt naturvärde (4 i Figur 3). Skogen är en barrblandskog med stort inslag av lövträd och finns även med i Skogens pärlor (Skogsstyrelsen, 2018).

Påtagligt naturvärde, naturvärdesklass 3

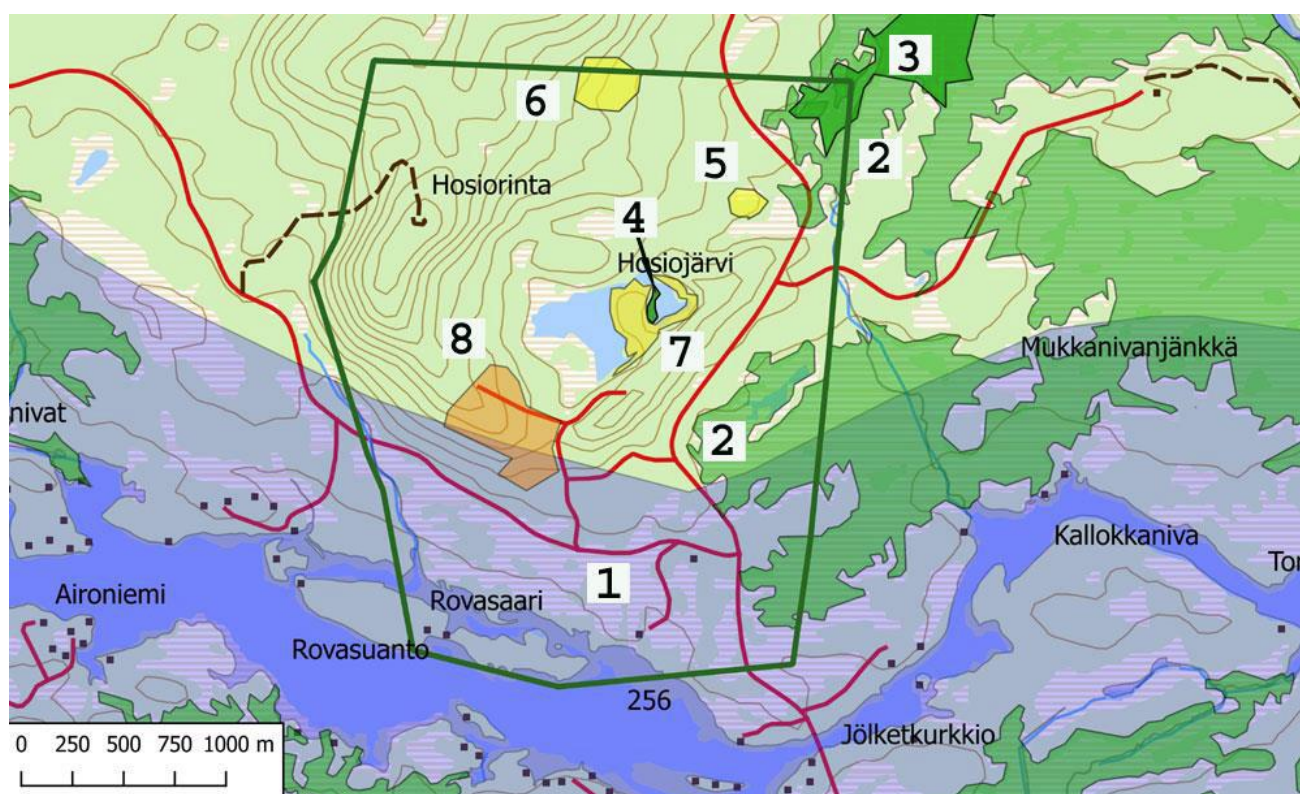
Två områden med barrblandskog bedöms ha påtagligt naturvärde (5 och 6 i Figur 3). Skogen består framför allt av tall och gran med stort inslag av glasbjörk. Halvön i Hosiojärvi och området längs strandbrinken i Hosiojärvis östra del bedöms också ha påtagligt naturvärde (7 i Figur 3). Längs strandbrinken hittas äldre delvis flerskiktad tallskog med inslag av gran och lövträd.



Figur 2: Äldre skog nordost om Hosiojärvi som förefaller blockig (5 i Figur 3).

Visst naturvärde, naturvärdesklass 4

På Hosiorontas sydsluttning växer enskiktad tallskog med inslag av glasbjörk och gran. Där växer även blåbär, lingon och kråkbär och bottenskiktet domineras av väggmossa med inslag av lav (8 i Figur 3).



Figur 3: Utpekade områden (1- 8) med naturvärden, (Pelagia, 2015). Högsta naturvärde: blå/lila polygon, Högt naturvärde: gröna polygoner, Påtagligt naturvärde: gula polygoer, Visst naturvärde: orange polygon. Observera att området för naturvärdesinventeringen är större än området för moräinventeringen.

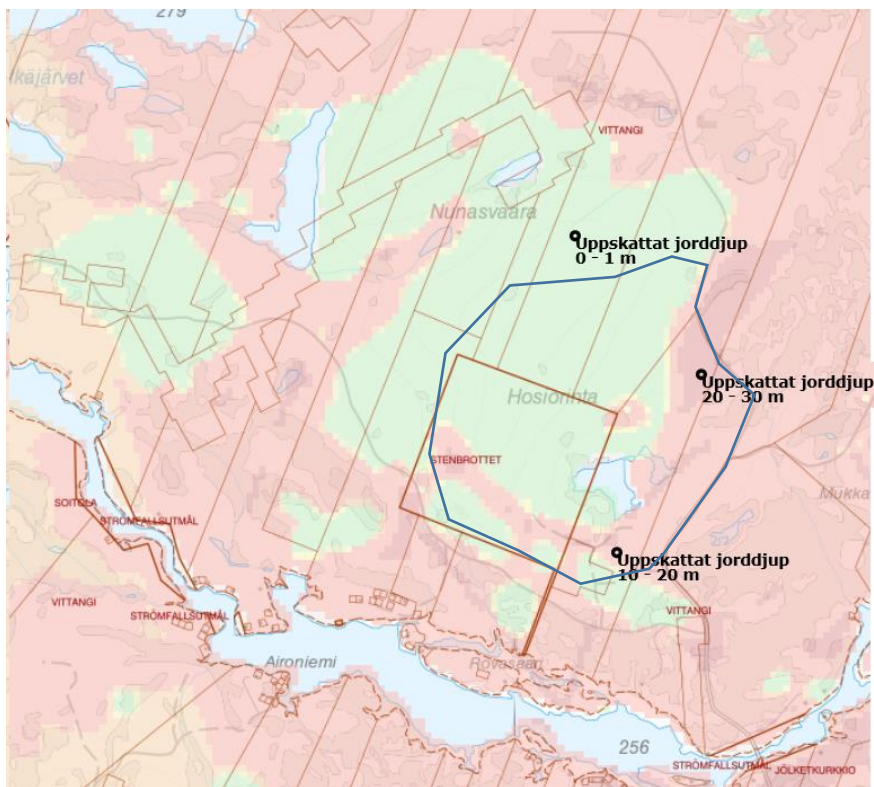
4.2 Tillgängligt underlag för fjärranalys

Utöver Naturvärdesinventeringen och Skogens pärlor som redovisas tidigare har till fjärranalysen följande underlag studerats:

- Jordartskartor (SGU, 2018)
- Jorddjupkarta (SGU, 2018)
- Geofysisk karta, Gammastrålning Kalium-40) (SGU, 2018)
- Flygfoton (METRIA)

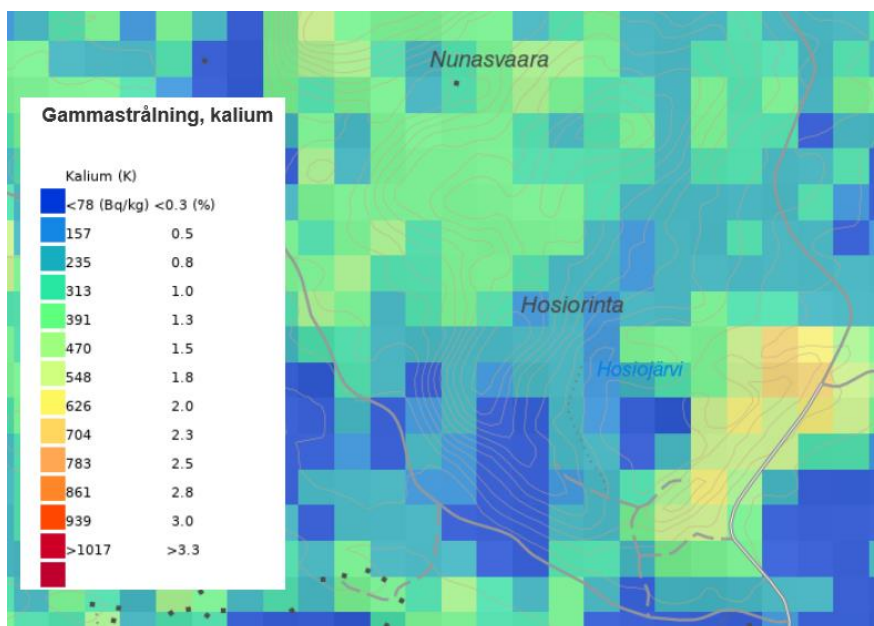
Nedan följer en sammanfattning av den informationen som kunnat utläsas med hjälp av tillgängligt material.

Jorddjupet inom större delen av inventeringsområdet uppskattas till 0- 1 m. Längs med områdets sydliga och östliga gräns uppskattas jorddjupet till 10- 20 m samt i mindre områden 20- 30 m (Figur 4).



Figur 4: Jorddjupskarta (SGU, 2018).

Geofysiska mätningar har genomförts av SGU som redovisar berggrundens och jordarternas naturliga gammastrålning från den översta delen av marken. Hög gammastrålning har uppmätts i områdets sydostliga del. I områdets sydsydvästliga del och runt Hosiojärvi har låga strålningshalter uppmätts vilket kan förklaras av att marken i anslutning till sjön är vattenmättad. Till väster i området uppe på berget har medelhöga halter uppmätts (Figur 5) vilket indikerar tämligen måttliga morändjup.

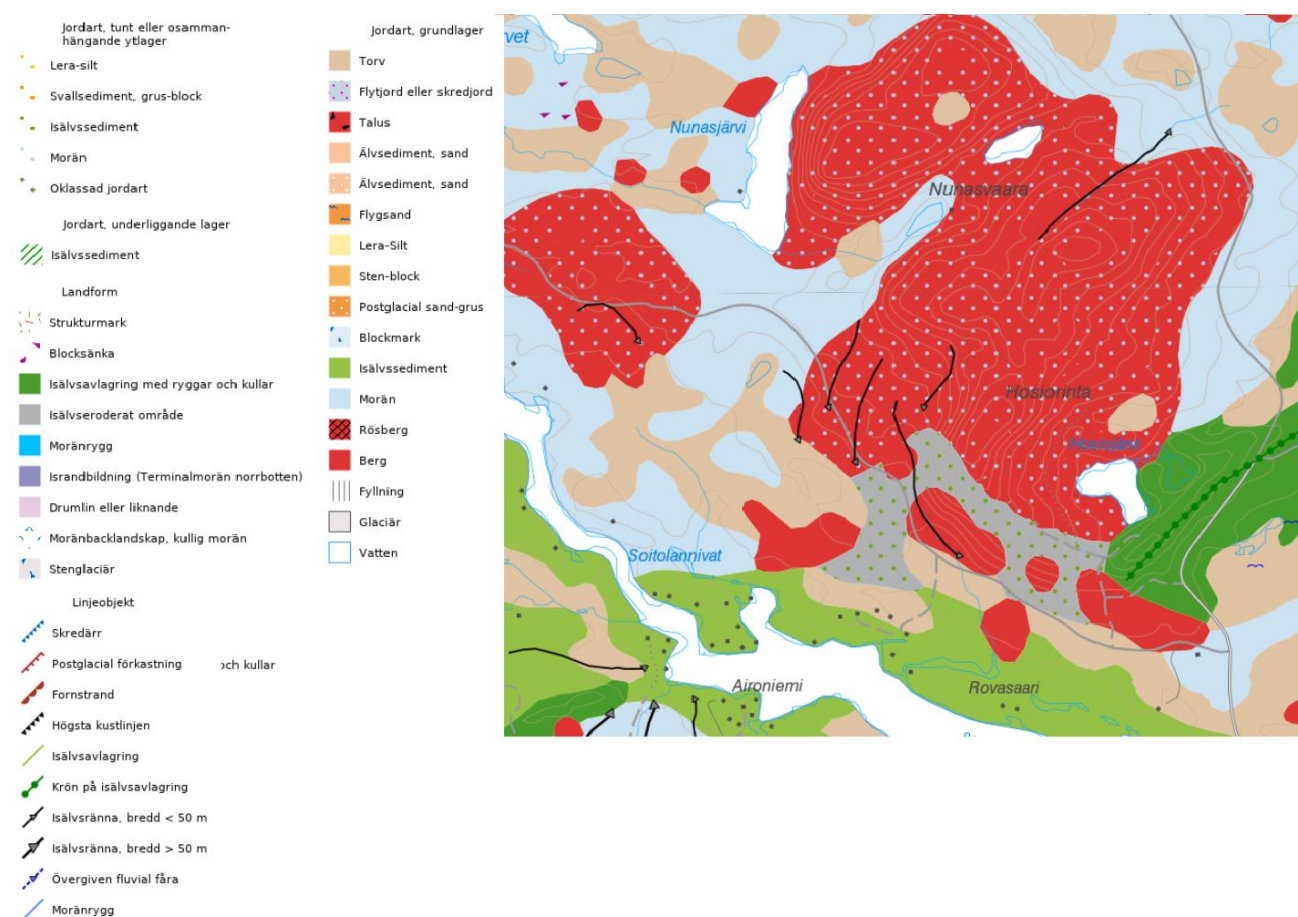


Figur 5: Gammastrålning Kalium, (SGU, 2018).

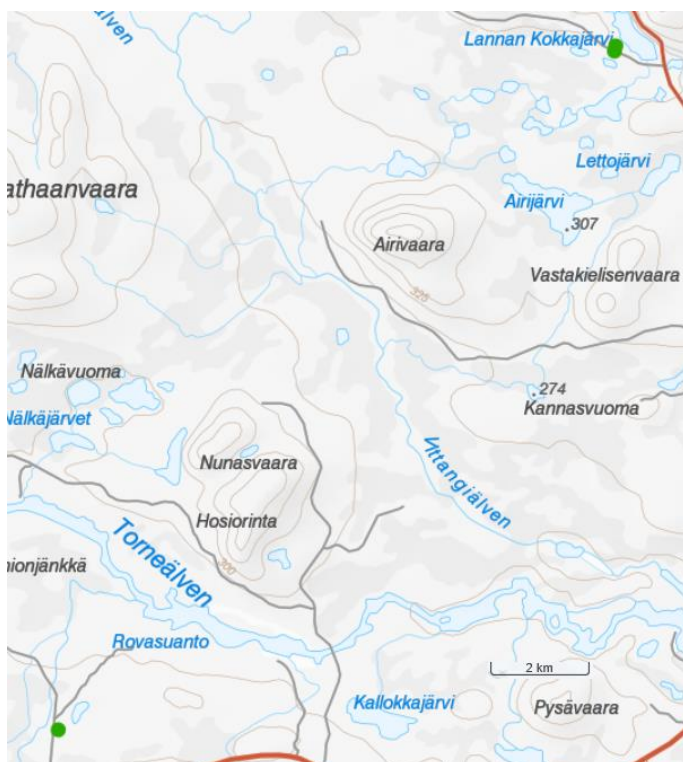
Enligt jordartskartan utgörs huvuddelen av området (mot nordväst) av berg som överlagras av ett tunt eller osammanhängande ytlager av morän. Området på Hosiorintas syd- och sydvästsluttning är isälvsroderat och ytlagret, där sådant finns, utgörs av ett tunt eller osammanhängande lager isälvs sediment (morän) (Figur 6).

Mellan Hosiojärvi och områdets östra gräns sträcker sig en rygg av isälvsavlagringar i nordost-sydvästlig riktning. Nord och nordväst om denna rygg finns två mindre områden med torv mellan vilka ett område med morän börjar och sträcker sig norrut (Figur 6).

Utanför inventeringsområdet har vissa markundersökningar utförts vars uppgifter finns tillgängliga på SGUs kartvisare. En maskingrävd provgrop i ett område ca 5 km sydväst om undersökningsområdet har visat på en jordlagerföljd bestående av normalblockig sandig moig morän ned till 1,5 m djup som underlagras av grusig morän eller isälvsgrus. Provgropen uppgick totalt till 4 m. Två provgropar ca 11 km nordost om området visar på ett ytligt lager, ned till 1,8- 2,0 m djup bestående av normalblockig, sandig moig morän som sannolikt underlagras av berg (Figur 7).



Figur 6: Jordartskarta (SGU, 2018).



Figur 7: Maskingrävda provgropar markerade med gröna prickar (SGU,2018).

4.3 Utvärdering

Inventeringsområdet har delats in i 4 delområden, A-D, inom vilka markegenskaperna baserat på tillgängligt underlag är att anses som någorlunda likartade. Dessa områden utvärderas nedan var för sig.

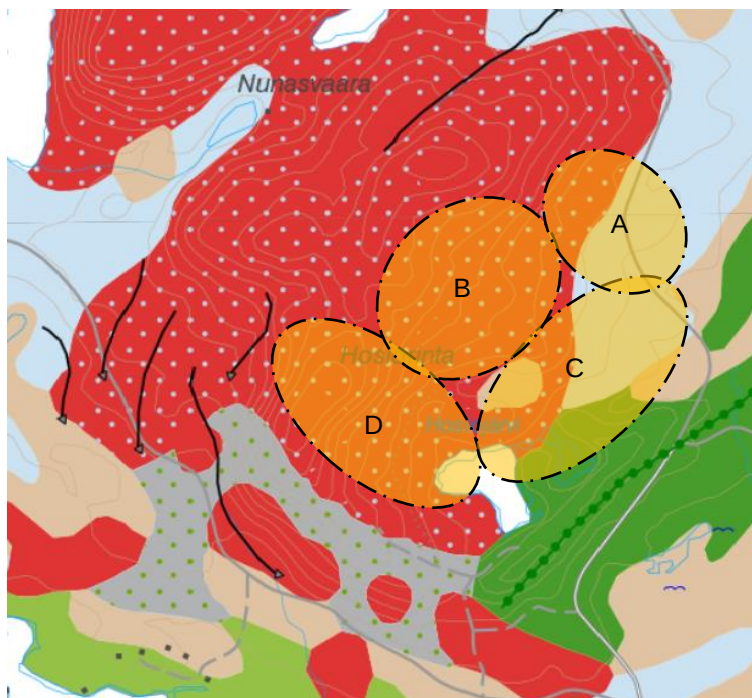
Delområde A utgörs enligt jordsartskartan av morän och jorddjupet uppskattas i vissa delar till uppemot 20- 30 m. Den barrblandskog som visas i Figur 2 ligger inom detta område och jordarten förefaller utifrån bilden kunna utgöras av blockig morän. Den uppmätta gammastrålningen är relativt låg vilket bekräftar det mäktiga jorddjupet men kan också betyda att jorden är vattenmättad. Detta område skulle därmed kunna utgöra en källa för en finkornig morän med en god vattenhållande kapacitet. De två mindre skogsområden i delområde A vilka bedömts ha påtagligt naturvärde bör beaktas vid eventuella fältundersökningar.

Sannolikheten att hitta finkornig morän i delområde B del bedöms som liten. Slutsatsen baseras på det uppskattade jorddjupet om 0- 1 m, den höga gammastrålningen som uppmäts samt jordartskartan som beskriver området som bergigt med ett tunt eller osammanhängande ytlager morän.

I delområde C redovisar jordartskartan en rygg av isälvsavlagringar. Den gammastrålning som uppmäts är i området hög och bedömningen kan göras att området sannolikt utgörs av en rullstensås med låg andel finpartiklar och hög genomsläpplighet.

Delområde D är isälvsroderat med ett tunt eller osammanhängande ytlager av isälvs sediment. Här har låg gammastrålning uppmäts men jorddjupet uppskattas i vissa delar bara till 0- 1 m. I vissa delar uppskattas jorddjupet dock till 10- 20 m och i mindre områden ända upp till 20- 30 m. På Hosiorintas sydsluttning växer tallskog och bottenskiktet domineras av väggmossa, vilken precis som tallen gärna växer på lite torrare hedmarker. Delområde D valdes att undersökas vidare för att klargöra möjligheten till uttag av finkornig morän. Vid framtida uttag bör hänsyn tas till den tallskog som bedömts ha visst naturvärde inom delområdet.

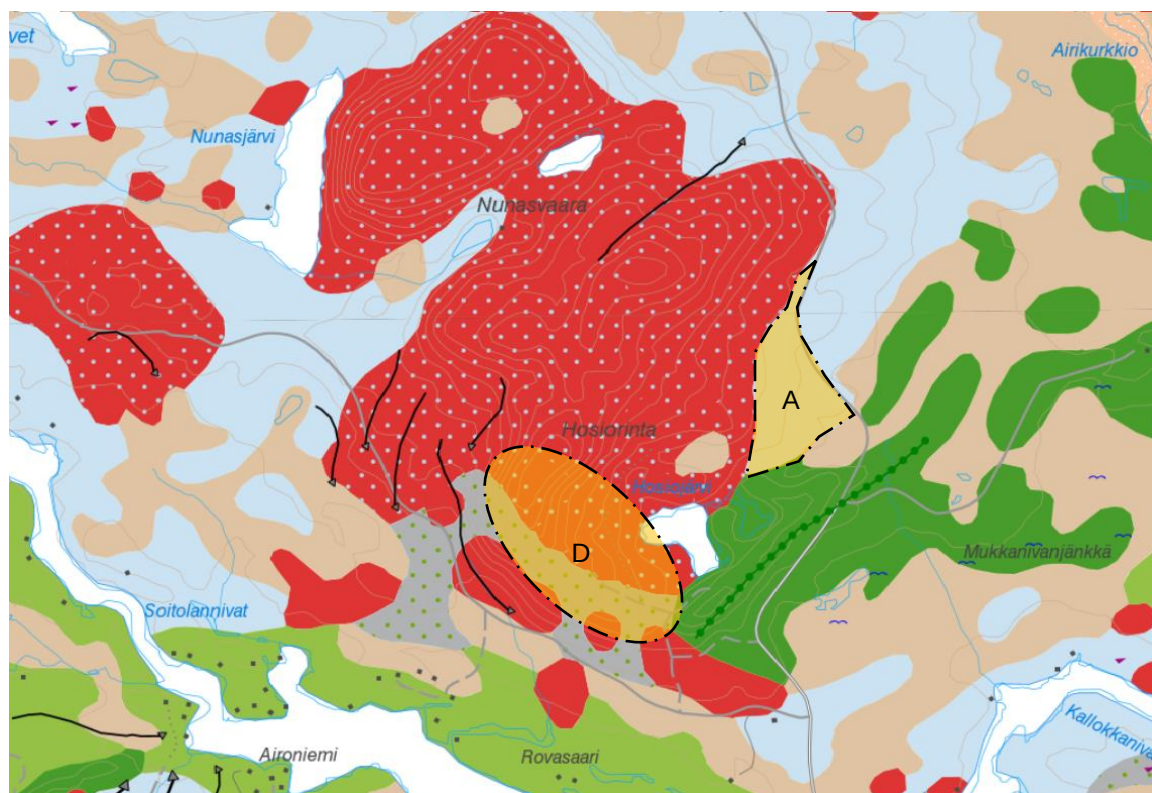
Inventeringsområdet har delats in i 4 delområden, A- D, inom vilka markegenskaperna baserat på tillgängligt underlag är att anses som någorlunda likartade. Dessa områden utvärderas nedan var för sig.



Figur 8: Områden för utvärdering A- D.

4.4 Utvalda områden för fältundersökning

Baserat på fjärranalysen och med hänsyn tagen till skyddsobjekt och naturvärden valdes delområde A och D ut som föremål för planerad fältundersökning (Figur 9).



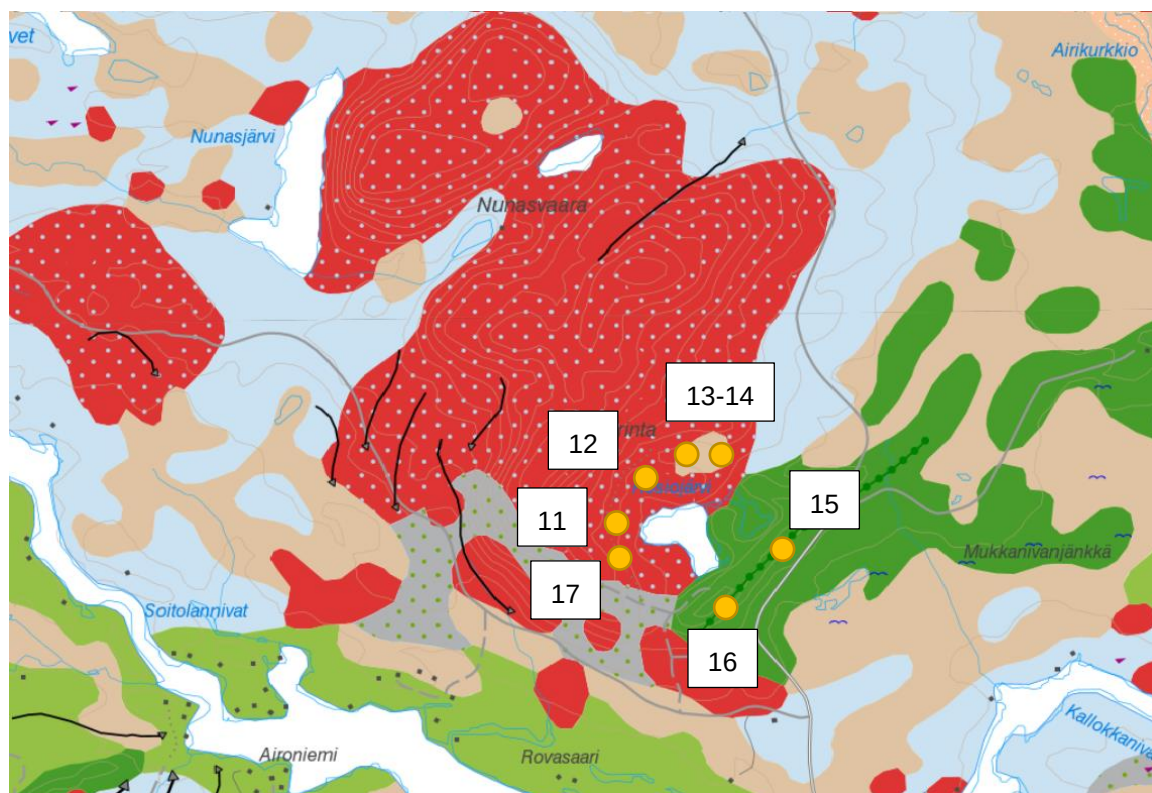
Figur 9: Utvalda områden (A och D) för fältundersökningar.

5.0 PLATSBESÖK MED YTLLIGARE PROVGROPSGRÄVNING

Utifrån bedömningen vid fjärranalysen genomfördes ett fältbesök för att identifiera lämpliga lägen för provgropsgrävning med grävmaskin liksom för att verifiera fjärranalysens resultat.

Ytligare provgropar grävdes med hjälp av spade inom inventeringsområdet. Generellt bekräftades de via fjärranalysen dragna slutsatserna. Moränmaktigheten ökar generellt ned mot sjön.

Generellt bedöms moränen vara relativt sandig och med en större mängd större material. Figur 11 till Figur 17 redovisar ett antal av de utförda provgroparna och deras lägen (samma numrering som figurnummer) redovisas i Figur 10.



Figur 10: Redovisning av utvalda progropar från fältbesök.



Figur 11: Provgrop i anslutning till Hosiorintas sluttning.



Figur 12: Ytterligare provgrop på Hosiorintas sluttning i nära anslutning till skogsbilväg.



Figur 13: Provgrop huvudsakligen bestående av sand norr om Hosiojärvi.



Figur 14: Provgrop huvudsakligen bestående av sand norr om Hosiojärvi.



Figur 15: Provgrop öster om Hosiojärvi.



Figur 16: Sanddynområde söder om Hosiojärvi.



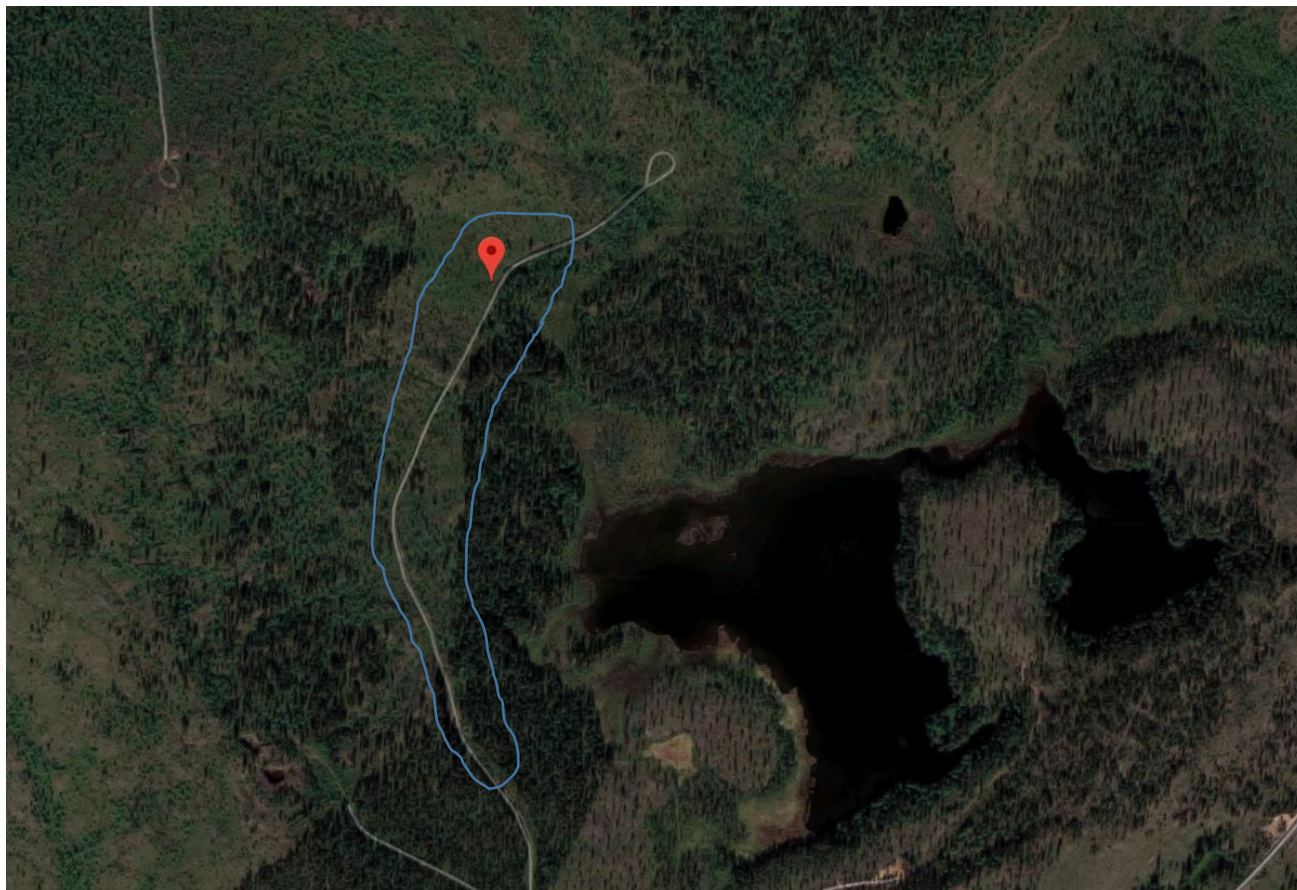
Figur 17: Provgrop sydväst om Hosiojärvi på väg upp mot Hosiorinta i anslutning till väg.

5.1 Föreslagna lokaler för moränprovtagning

Baserat på intryck från fältbesök föreslogs tre generella testområden för provgroppsgrävning med grävmaskin för uttag av morän och kartering av moränprofil. Området i övrigt innehöll generellt mycket grovt material och var svårgrävt med spade (block och stenar).

5.1.1 Område 1

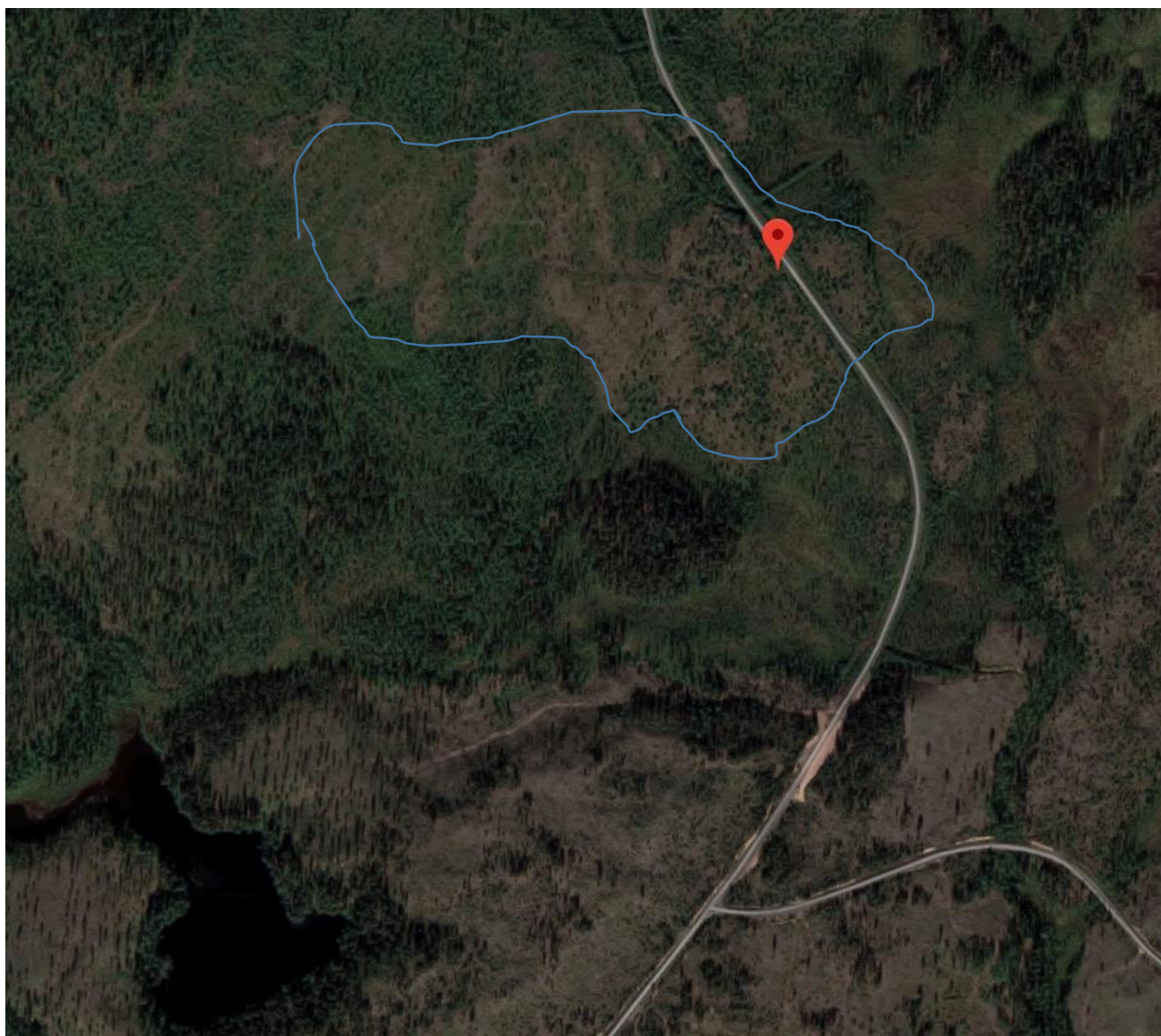
Lokaliserat i sluttning ned mot skogsväg nordväst om Hosiojärvi. Koordinater 67.713753, 21.396452. Fanns viss kohesion i finmaterialet i detta område.



Figur 18: Föreslaget område 1 för kompletterande maskingrävning.

5.1.2 Område 2

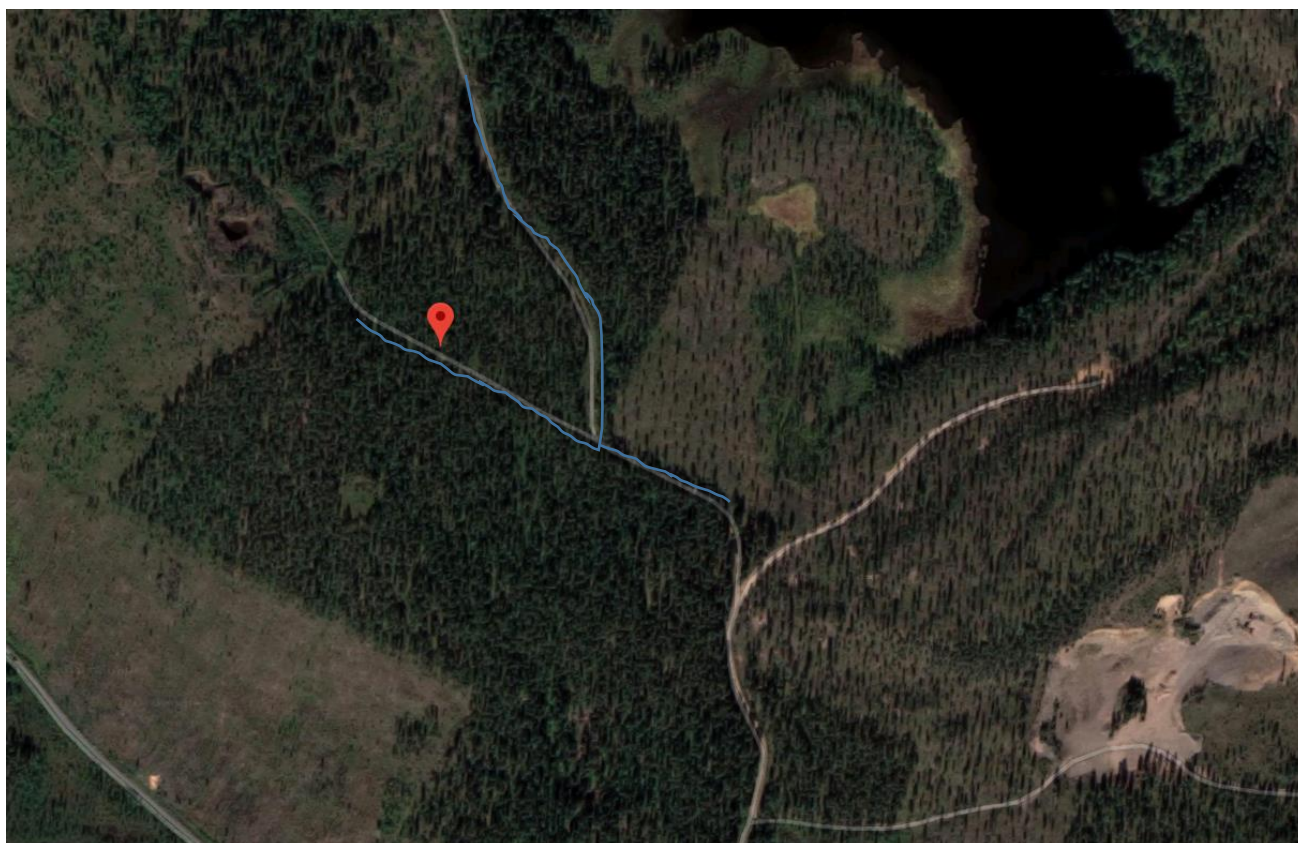
Lokaliserat i nordost om Hosiojärvi. Koordinater 67.71698, 21.428667. Område med vad som bedömdes vara något mer finkornig morän med kohesion. Relativt flackt område. Intressant område markerat med blå linje nedan. Söder om finns ett område med sand.



Figur 19: Föreslaget område 2 för kompletterande maskingrävning.

5.1.3 Område 3

Relativt grov morän längs med hela vägen in till provbrytningen. En provgrop föreslogs någonstans längs med vägen in alternativt längs med början av den norrgående skogsbilvägen. Provgropen föreslogs grävas för att verifiera den vid fältbesöket bedömda relativt grova moränen. Blå linje markerar de preliminära förslag till område inom vilket provgropen föreslogs placeras. Punktens koordinater 67.70742, 21.394402.



Figur 20: Föreslaget område 3 för kompletterande maskingrävning i anslutning till blå linje.

6.0 KOMPLETTERANDE PROVGROPSGRÄVNING MED GRÄVMASKIN I REKOMMENDERADE DELOMRÅDEN

Baserat på det fältbesök som genomförde 16:e juni 2018 föreslogs ett par områden som särskilt intressanta att genomföra provgropsgrävning inom (Avsnitt 5.0).

Provgropsundersökning med grävmaskin genomfördes 2018-10-10 i de valda tre delområdena, lokaliserade enligt Figur 21.

Provgroparna grävdes i lägen lätt tillgängliga från befintliga skogsbilvägar. Använd grävutrustning var en hjulgrävare.



Figur 21: Provgropars läge

I varje punkt har grävning skett stegvis i etapper om 0,5 m eller när ny materialtyp påträffas. Prov togs, i diffusionstäta påsar, ifrån skopa med material uppgrävt från aktuellt djup. Okulär jordartsbedömning gjordes och dokumenterades i text i protokoll, samt med foto.

Inmätning av provtagningspunkterna gjordes med handburen GPS. Provtagningspunkternas läge med både karta och koordinater redovisas i BILAGA A.

6.1 Resultat

Tre provgropar grävdes till djup varierande mellan 1,5 – 4,5 m djup sammanfattade i Tabell 1.

Tabell 1: Sammanfattning av genomförda provgropar

ID	Djup (m)	Kommentar
18GA01TP	4,5	-
18GA02TP	3,5	-
18GA03TP	Ca 1,5	Berg på ca 1,5 m djup

Fotografier från undersökningarna redovisas i BILAGA B. Fältobservationer och jordartsbedömning redovisas i BILAGA C. Jordartsbedömning är redovisad med engelsk nomenklatur.

Moränen i lägen för provgroparna benämns okulärt i fält som överlag grsaTi och bedöms som relativt tät.

En sammanställning av uttagna prover och okulär jordartsbedömning i fält visas i BILAGA D.

7.0 LABORATORIEANALYSER

7.1 Allmänt

Geotekniska laborietester utfördes på två samlingsprover vardera från undersökningspunkterna 18GA01TP och 18GA02TP med uppdelning enligt Tabell 2. 18GA03TP hade ett begränsat morändjup med förmodat berg redan på 1,5 m djup. Visuellt bedömdes att en stor del av profilen kunde bestå av uppsprucken berggrund med en begränsad mängd morän tillgängligt.

Tabell 2: Föreslagna prover och behandling för geoteknisk laborietest.

Provgrop	18GA01TP	18GA02TP
Delprov	Sammanlagningsprov från prov 4-8	Sammanlagningsprov från prov 2-4
	Prov 3 (om inte tillräckligt mycket material finns tillgängligt för alla analyser prioriteras siktkurva)	Sammanlagningsprov från prov 5-7

Utförda geotekniska analyser för proverna var kornkurva inklusive sedimentationsanalys, modifierad proctorpackning och permeabilitet.

Utförda geokemiska analyser på proverna var fullanalys, ABA-test samt tvåstegs skakförsök (EN12457-3).

7.2 Resultat – geotekniska analyser

Genomförda siktanalyser korregerar jordartsbenämningarna till sasiTi/sasiTi och resultaten för samlingsproverna enligt Tabell 3.

Tabell 3: Resultat från siktanalyser på samlingsprover.

Provpunkt	Djup	Jordartsbenämning
18GA01TP, Prov 3	1,0-1,5	saSiTi
18GA01TP, sammanslagning 4-8	1,5-4,5	sagrTi
18GA02TP, sammanslagning 2-4	0,5-1,5	siSaTi
18GA02TP, sammanslagning 5-7	1,5-3,5	sasiTi

Permeabilitetsanalyser visar på en relativt tät morän med låg genomsläpplighet, Tabell 4.

Tabell 4: Resultat av permeabilitetsanalys. Medelvärden

Provpunkt	Djup (m)	k-värde (m/s)
18GA01TP, Prov 3	1,0-1,5	$1,3 \times 10^{-8}$
18GA01TP, sammanslagning 4-8	1,5-4,5	$1,4 \times 10^{-8}$
18GA02TP, sammanslagning 2-4	0,5-1,5	$1,2 \times 10^{-7}$
18GA02TP, sammanslagning 5-7	1,5-3,5	$3,0 \times 10^{-8}$

Resultat från modifierad proctorpackning av sammanslagningsprov av grsaSiTi (18GA01, 18GA02 och 18GA03) visar på ett W_{opt} av 8 vikt-% och en maximal packad densitet på 2,08 ton/m³.

Resultat från siktanalys redovisas i BILAGA E och resultat från permeabilitet i BILAGA F.

7.3 Resultat - geokemiska analyser

Geokemiska analyser genomfördes på samma material och samlingsprover som för de geotekniska analyserna. Därtill analyserades även ytjord från provbrytning samt från äldre provbrytning.

Fullanalys, ABA-test och resultat från skakförsök från ALS redovisas i BILAGA H och BILAGA I.

Fullanalys jämförs med kriterier för Känslig (KM) respektive Mindre Känslig Markanvändning (MKM)¹. Generellt överskrids för ungefär hälften av elementen KM och/eller MKM (främst för 18GA01TP). Detta leder inte till att moränen inte kan användas för anläggningsändamål men att ansökan om användning kommer att krävas.

Tabell 5: Redovisning av fullanalys med jämförelse mot KM och MKM.

		18GA01TP sammanslagning 4-8	18GA02TP sammanslagning 2-4	18GA02TP sammanslagning 5-7	KM	MKM
As	ppm	0,11	1,09	1,06	10	25
Ba	ppm	291	680	690	200*	300*
Cd	ppm	0,613	0,038	0,04	0,8	12
Co	ppm	137,5	22,8	20,5	15	35
Cr	ppm	58,1	84,3	82,2	80	150
Cu	ppm	623	77,2	49,7	80	200
Mo	ppm	3,8	0,59	0,54	40	100
Ni	ppm	164,5	44,1	47,9	40	120
Pb	ppm	6,88	6,88	5,19	50	400
Sb	ppm	0,1	0,12	0,14	12	30
V	ppm	223	139,5	143,5	100	200
Zn	ppm	185	37	35,4	250	500
		*Överskrids generellt i norra Sverige i moränmark.				

Resultatet från ABA-testet visar att sulfidsvavelinnehållet är mycket lågt (0,01 vikt-%) och att moränen därför inte är att anse som potentiellt syrabildande.

¹ <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/forenade-omraden/berakning-riktvarden/generella-riktvarden-20160707.pdf>, besökt 2019-01-18

Tabell 6: Resultat från ABA-test.

Beskrivning		18GA01TP sammanslagning 4-8	18GA02TP sammanslagning 2-4	18GA02TP sammanslagning 5-7
Sulfid-S	%	0,01	0,01	0,01
Total-S	%	0,04	<0.01	<0.01
Sulfat-S	%	<0.01	0,01	0,01
Total-C	%	0,12	0,13	0,11
Organiskt C	%	0,05	0,07	0,02
Oorganiskt C	%	0,07	0,06	0,09
NP	tCaCO ₃ / 1Kt	1	0	4
AP	tCaCO ₃ / 1Kt	<0.3	<0.3	<0.3
AP Max	tCaCO ₃ / 1Kt	0,3	0,3	0,3
NPR	-	-1,39	0	26,88
NNP	tCaCO ₃ / 1Kt	2	0	4

Skakförsök vid L/S 10 visar att utlakningen från moränen underskrider övre gränsvärde för inert deponi. Utlakningen är således mycket låg.

Tabell 7: Sammanställning av skakförsök vid L/S 10 jämfört med övre gränsvärde för deponering vid Inert deponi respektive deponi för icke-farligt avfall (IFA).

						Övre gränsvärde	
			18GA01TP sammanslagning 4-8	18GA02TP sammanslagning 2-4	18GA02TP sammanslagning 5-7	Inert	IFA
As	mg/kg	TS	<0.005	<0.005	<0.005	0.5	2
Ba	mg/kg	TS	0.0280	0.0571	0.111	20	100
Cd	mg/kg	TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.04	1
Cr	mg/kg	TS	0.0233	0.0144	0.0172	0.5	10
Cu	mg/kg	TS	0.548	0.103	0.144	2	50
Hg	mg/kg	TS	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.01	0.2
Mo	mg/kg	TS	0.0156	<0.005	<0.005	0.5	10
Ni	mg/kg	TS	0.188	0.0234	0.0371	0.4	10
Pb	mg/kg	TS	0.00387	0.00350	0.00721	0.5	10
Sb	mg/kg	TS	<0.001	<0.001	<0.001	0.06	0.7
Se	mg/kg	TS	<0.03	<0.03	<0.03	0.1	0.5
Zn	mg/kg	TS	0.102	<0.02	0.0216	4	50
DOC	mg/kg	TS	21.2	24.6	15.6	500	800
Cl	mg/kg	TS	<10	<10	<10	800	15000

						Övre gränsvärde	
F	mg/kg	TS	<2	<2	<2	10	
SO4	mg/kg	TS	<50	<50	<50	1000(*)	20000
pH	-	-	8.4	8.2	8.1	-	-
Kond.	mS/m	5	<1	<1	<1	-	-

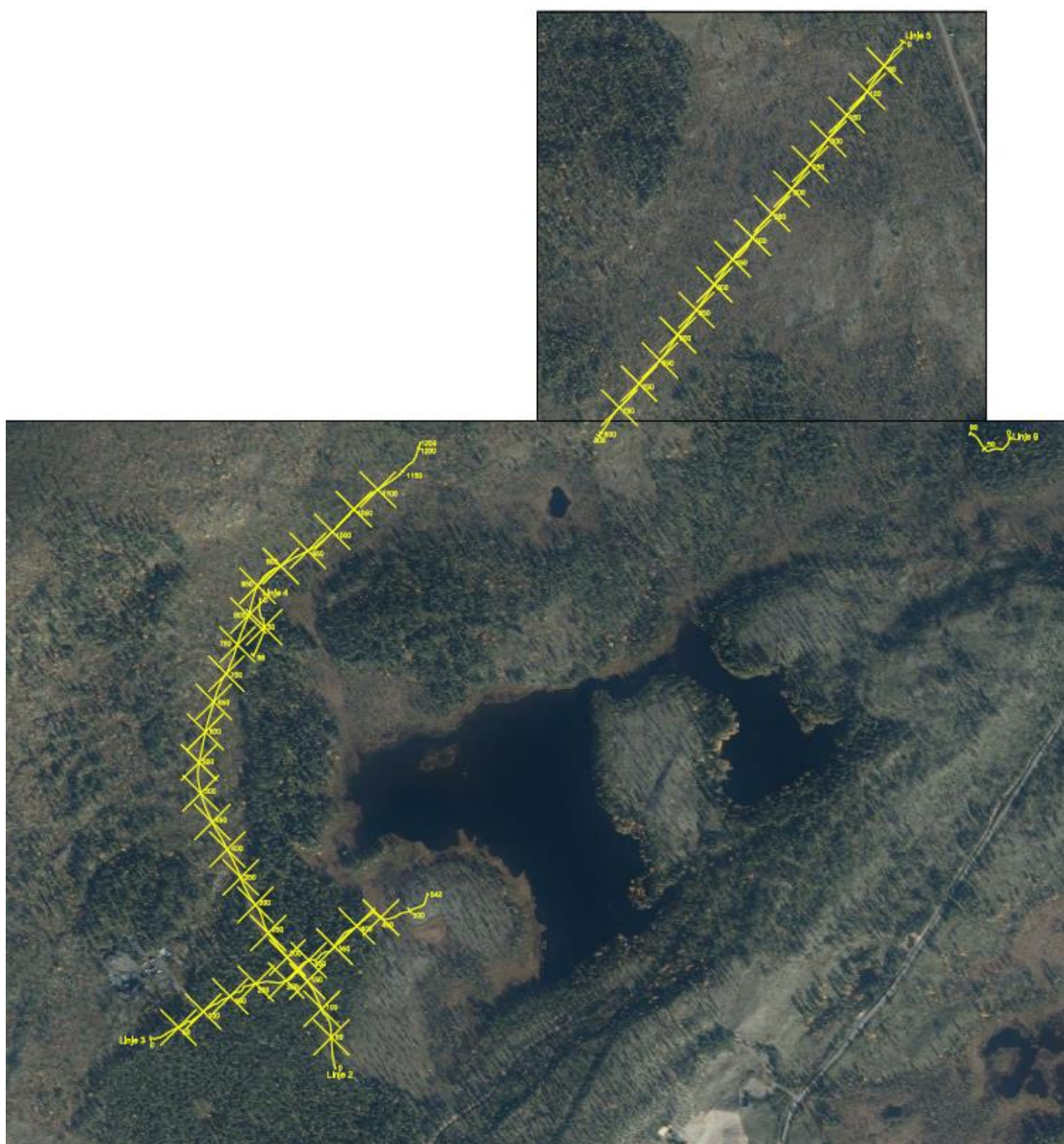
(*) Om avfallet överskrider dessa gränsvärden för sulfat kan det ändå anses överensstämma med mottagningskriterierna om utlakningen inte överskrider något av följande värden: 1500 mg/l som C0 där L/S = 0,1 l/kg och 6000 mg/kg där L/S = 10 l/kg. I detta fall är gränsvärdet för torrsubstans för lösta ämnen inte tillämbart.

8.0 GEORADAR

Kompletterande georadarmätningar i profiler över området genomfördes servintern 2019. Syftet var att ge ett ytterligare underlag till kommande volymberäkningar. Resultatet i sin helhet redovisas i BILAGA J. Mätningarna genomfördes av Mitta Geoteknik, Vatten & Miljö i Luleå. I bedömningen har även kompensation för snödjup medräknats.

Utförda linjetransekter redovisas i Figur 22.

I bedömningen har tre tolkningsklasser använts, dessa består av reflektion från bedömd berggrund, reflektion från ytliga lager (bestående av annat än berggrund) samt som tredje bedömningsklass en reflektion som bedöms ha skett mellan två olika jordlager men där det är möjligt att reflektionen skett mot bergöverytan. I kartunderlaget har bedömningsklasserna markerats med röd, svart och blå färg i ovan nämnd ordning.



Figur 22: Utförda georadarlinjer.

Resultatet från mätningarna (BILAGA J) visar att linje två varierar kring ett bedömt medeldjup av 3 m medan linje 3 som går vinkelrätt mot linje två startar kring 2–3 m bedömt jorddjup och sedan ökar till ca 5 m under de sista 200 m av sträckningen (dvs. längre ned på slutningen och öster om linje 2).

Linje 4 och 5 visar bedömda jorddjup på omkring 3–4 m. Linje 9 uppvisar en större bedömd mäktighet med åtminstone 5 m jorddjup.

9.0 SLUTSATSER

Provtaget och analyserat material inom undersökningsområdena har visat sig vara tätt och med låg genomsläpplighet.

Moränen bör således vara duglig till exempelvis dammbyggnad eller efterbehandling. För användning som tätskikt morän bör mindre genomsläpplig morän användas (10^{-9} m/s eller lägre). Alternativt kan inblandning av exempelvis bentonit, grönlutsam eller annan lämplig tillsatts utföras för att rätt egenskaper skall erhållas. Detta kräver dock platsspecifika undersökningar på den aktuella moränen och kontinuerlig verifiering under inblandningen.

Vid fullanalys visade sig ett antal element vara något förhöjda. Detta beror sannolikt på närheten till grafitfyndigheten. Halterna är dock måttliga och någon risk för uppkomst av surt lakvatten finns inte. Vid skakförsök visade sig även de utlakade mängderna vara låga och uppfylla kriterier för inert deponi.

Längs med de georadarlinjer som inmätts kan moränmaktigheten uppskattas att vara i snitt omkring 3 m eller närmare sjön något mäktigare.

10.0 REFERENSER

Pelagia. (2015). Naturvärdesinventering inför planerad gruvdrift vid Hosiorinta (Nunasvaara), Kiruna kommun.

Skogsstyrelsen (den 17 04 2018). Skogens pärlor. Hämtat från <https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/>

Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) (den 17 04 2018). Kartvisaren. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/index.html>

Signatur sida

Golder Associates AB

Erik Karlsson

Henning Holmström

EK/HH

c:\users\lekarlsson\desktop\moränkartläggning nunasvaara_190724.docx

BILAGA A

Lokalisering och koordinater

Område 1, 18GA01TP

Lokaliserat i sluttning ned mot skogsväg nordväst om Hosiojärvi.

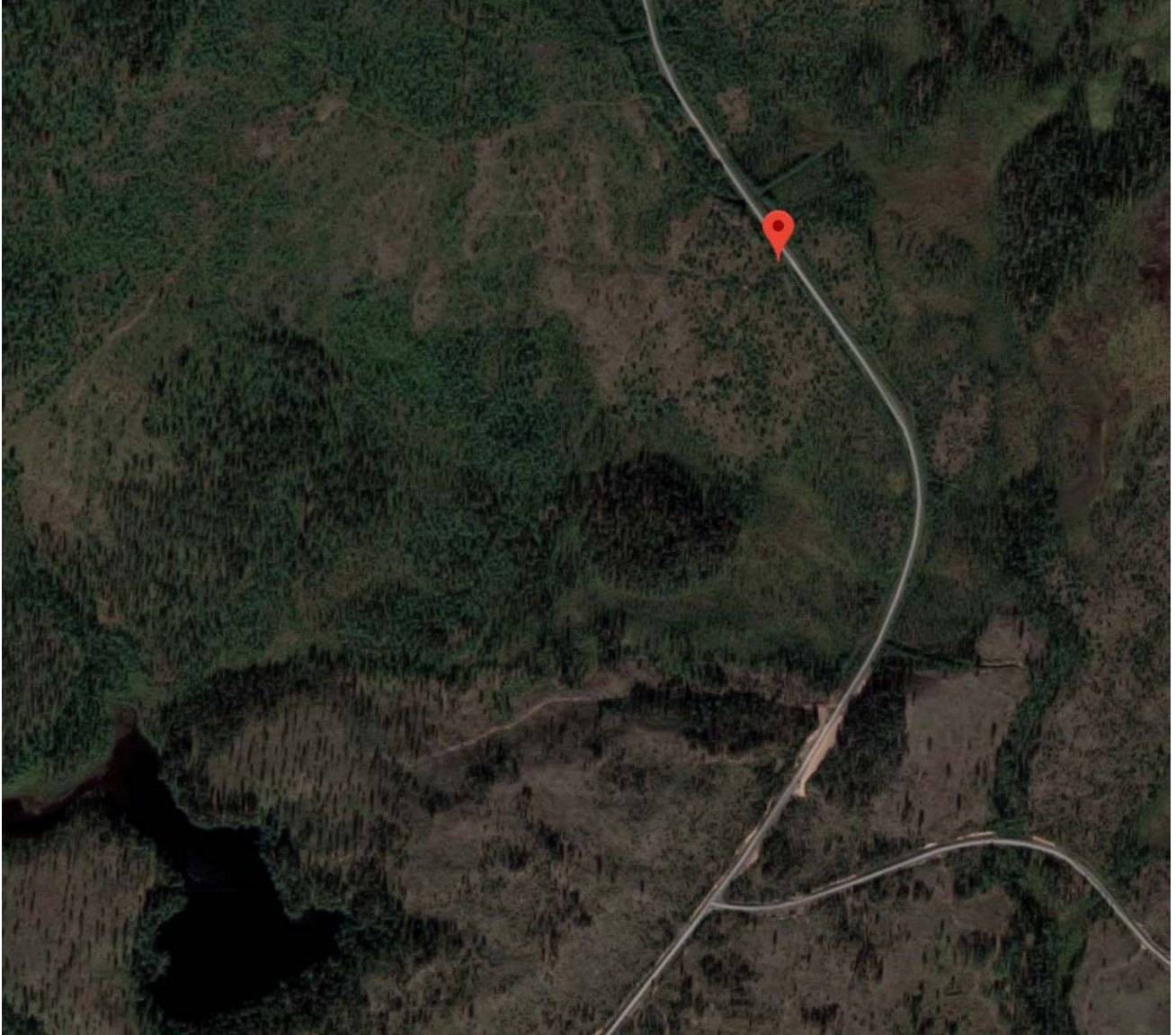
Koordinater 67.713753 21.396452



Område 2, 18GA02TP

Lokaliserat i nordost om Hosiojärvi.

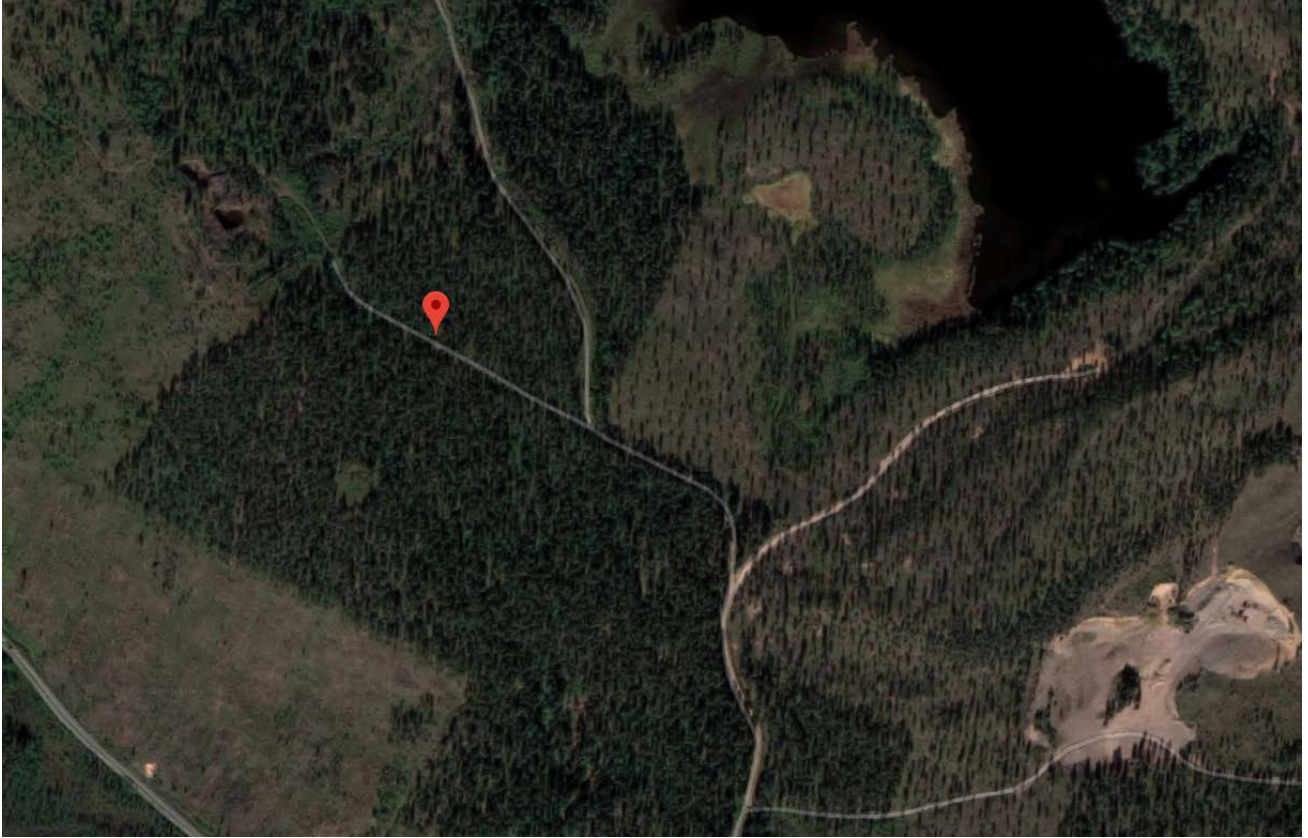
Koordinater 67.71698 21.428667



Område 3, 18GA03TP

Provgrop längs med vägen in till provbrytningen.

Koordinater 67.70742 21.394402.



BILAGA B

Fotografier

18GA01TP

Hela profilen



0,1-0,5 m



0,5-1,0 m



1,0-1,5 m



1,5-2,0 m



2,0-2,5 m



2,5-3,0 m



3,0-4,0 m



4,0-4,5 m



18GA02TP

Hela profilen



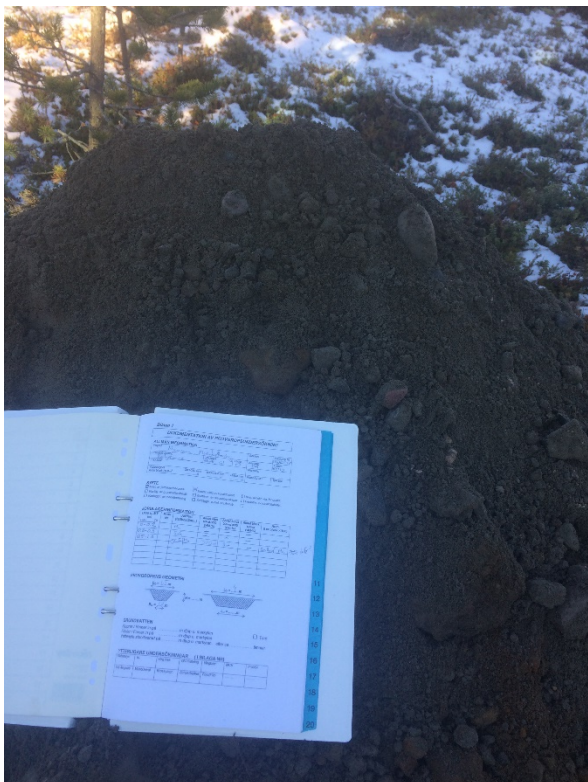
0,2-0,5 m



0,5-1,0 m



1,0-1,5 m



1,5-2,0 m



2,0-2,5 m



3,0-3,5 m



18GA03TP

Hela profilen



0,2-0,5 m



0,5-1,0 m



1,0-1,5 m



BILAGA C

Protokoll provgropar

Bilaga 1

DOKUMENTATION AV PROVGROPSUNDERSÖKNING

ALLMÄN INFORMATION

Projekt	Narasuara, moränkartering			Sektion	Provgrop Nr
Schaktutrustning	Hjulgrävare	Väderlek	Temp.	Ansvarig	18GA01/TP
Topografi	Moränbacke	Klart		DA	Datum
Ytblockighet	200-630 mm	630-1800 mm	>1800 mm	Markslag	18/10/0
Antal block /100m ²	st	st	 st	Plushöjd MY	Tjäldjup

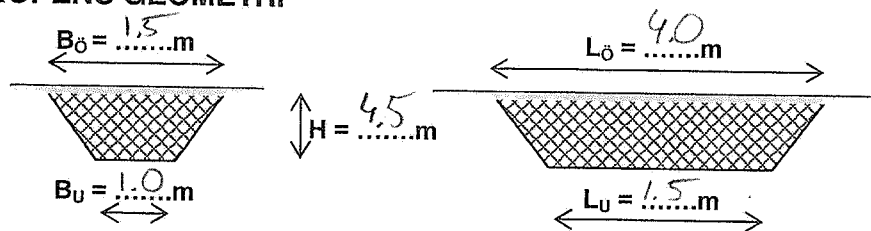
SYFTE

- ☒ Best. av jordlager/bergnivå ☒ Bestämning av schaktbarhet ☐ Best. av tekn. eg. för grundl.
☐ Klarlåg. av grundvattenförhåll. ☐ Bestäm. av resursegenskaper ☐ Bestäm. av schaktstabilitet
☐ Kartlägg. av markförorening ☐ Kartlägg. av bef. anl./konstr. ☐

JORDLAGERINFORMATION

Djup u. MY (m)	Prov Nr	Jordart (fältbestäm.)	Andel sten 63<d<200 (vikt-%)	Andel block 200<d<630 (vikt-%)	Andel block 630<d (vikt-%)	Anm. (t ex block >1800)
Från Till						
0-0,1		Vx	-	-	-	
0,1-0,5	1	grsa Mn	>10	>10	-	
0,5-1,0	2	stgrsa Mn		>20	-	
1,0-1,5	3	grsa Mn / Saf? Mn		- -	1	mer kompakt
1,5-2,0	4	stgrsa Mn		- -	1	
2,0-2,5	5	stgrsa Mn		>10	-	göure sand
2,5-3,0	6	stgrsa Mn		~10	-	- -
3,0-4,0	7	- -		~10		- -
4,0-4,5	8	- -				- -

PROVGROPENS GEOMETRI



GRUNDVATTEN

Sipprar / Rinner in på 4,5 m djup u. markytan ☐ Torrt
 Flödar / Forsar in på m djup u. markytan
 Vattenyta stabiliserad på m djup u. markytan, efter ca timmar

YTTERLIGARE UNDERSÖKNINGAR (I BILAGA NR)

Siktanalys	Wn	Org halt.	GV-mätning	Vingborr	MCV	Proctor
Los Angeles	MicroDeval	Krossytgr.	Schaktbarhet	Foto/Film		

oxidant ligger und ca 1,5 m

Bilaga 1

DOKUMENTATION AV PROVGROPSUNDERSÖKNING

ALLMÄN INFORMATION

Projekt <i>Nunasuara, Norrskärstjärnen</i>			Sektion	Provgrop Nr <i>18GA02TP</i>
Schaktutrustning <i>Hjalgrävare</i>	Väderlek <i>klar, sol</i>	Temp. <i>+3</i>	Ansvarig <i>DA</i>	Datum <i>181010</i>
Topografi <i>plant</i>			Markslag <i>Skogsmark</i>	
Ytblockighet	200-630 mm	630-1800 mm	>1800 mm	
Antal block /100m ²	st	st	st	
			Plushöjd MY	Tjåldjup

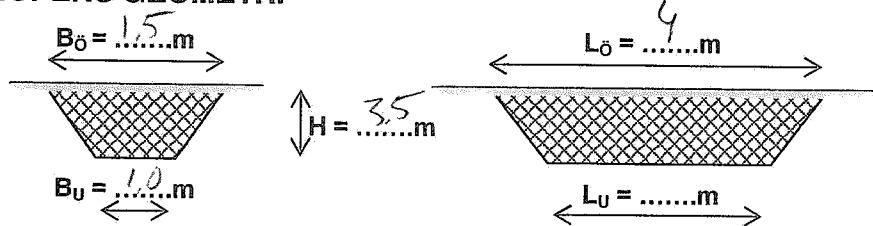
SYFTE

- ☒ Best. av jordlager/bergnivå ☒ Bestämning av schaktbarhet ☐ Best. av tekn. eg. för grundl.
☐ Klarläg. av grundvattenförhåll. ☐ Bestäm. av resursegenskaper ☐ Bestäm. av schaktstabilitet
☐ Kartlägg. av markförorening ☐ Kartlägg. av bef. anl./konstr. ☐

JORDLAGERINFORMATION

Djup u. MY (m)	Prov Nr	Jordart (fältbestäm.)	Andel sten 63<d<200 (vikt-%)	Andel block 200<d<630 (vikt-%)	Andel block 630<d (vikt-%)	Anm. (t ex block >1800)
Från Till						
0-0.2	1	Mn	—	—	—	
0.2-0.5	1	Saf	—	—	—	
0.5-1.0	2,3	gr Sg Mn	>10st	3st	—	se ned Mn
1.0-1.5	4	gr Sa Mn	>20st	2-3st	1st	—
1.5-2.0	5	stgr Sa Mn	>30st	4-5st	1-2st	"
2.0-3.0	6	—	—	—	—	"
3.0-3.5	7	—	—	—	—	"

PROVGROPENS GEOMETRI



GRUNDVATTEN

Sippor / Rinner in på m djup u. markytan ☐ Torrt
 Flödar / Forsar in på m djup u. markytan
 Vattenyta stabiliserad på m djup u. markytan, efter ca timmar

YTTERLIGARE UNDERSÖKNINGAR (I BILAGA NR)

Siktanalys	w _n	Org halt.	GV-mätning	Vingborr	MCV	Proctor
Los Angeles	MicroDeval	KrossyTEGR.	Schaktbarhet	Foto/Film		

Bilaga 1

DOKUMENTATION AV PROVGROPSUNDERSÖKNING

ALLMÄN INFORMATION

Projekt <i>Nunnasurara, moränkartering</i>			Sektion	Provgrop Nr <i>189A03TP</i>
Schaktutrustning <i>Hylgrövre</i>	Väderlek <i>Klart</i>	Temp.	Ansvarig <i>DA</i>	Datum <i>181010</i>
Topografi <i>B Moränbucke</i>			Markslag <i>Tallskog</i>	
Ytblockighet	200-630 mm	630-1800 mm	>1800 mm	Plushöjd MY
Antal block /100m ²	st	st	 st	Tjåldjup

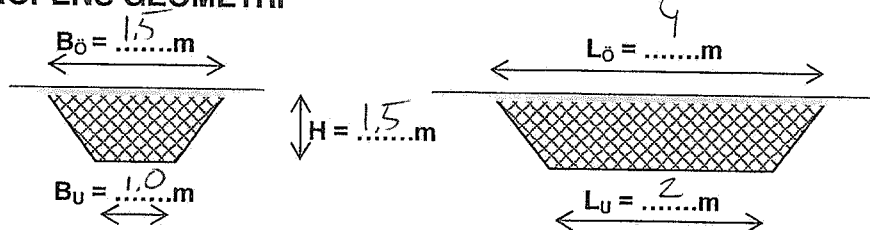
SYFTE

- ☒ Best. av jordlager/bergnivå ☒ Bestämning av schaktbarhet ☐ Best. av tekn. eg. för grundl.
☐ Klarläg. av grundvattenförhåll. ☐ Bestäm. av resursegenskaper ☐ Bestäm. av schaktstabilitet
☐ Kartlägg. av markförorening ☐ Kartlägg. av bef. anl./konstr. ☐

JORDLAGERINFORMATION

Djup u. MY (m)	Prov Nr	Jordart (fältbestäm.)	Andel sten 63<d<200 (vikt-%)	Andel block 200<d<630 (vikt-%)	Andel block 630<d (vikt-%)	Anm. (t ex block >1800)
Från Till						
0-0,2	—	Vx (mörk)				
0,2-0,5	1	saf Mn		>30	>5	uppsprucket berg?
0,5-1,0	2	gråsa Mn		>30	—	
1,0-1,5	3	—		—	—	
1,5-	—	B				

PROVGROPENS GEOMETRI



GRUNDVATTEN

Sipprar / Rinner in på m djup u. markytan ☒ Torrt
 Flödar / Forsar in på m djup u. markytan
 Vattenyta stabiliserad på m djup u. markytan, efter ca timmar

YTTERLIGARE UNDERSÖKNINGAR (I BILAGA NR)

Siktanalys	w _n	Org halt.	GV-mätning	Vingborr	MCV	Proctor
Los Angeles	MicroDeval	Krossytgr.	Schaktbarhet	Foto/Film		

BILAGA D

Sammanställning av prover

18GA01TP

Depth	Sample nr.	Soil Type	Comment
0,1-0,5	1	grsaTi	
0,5-1,0	2	cogrsaTi	
1,0-1,5	3	grsaTi/grFSaTi	More compact than above
1,5-2,0	4	cogrSaTi	
2,0-2,5	5	cogrsaTi	Coarse Sand
2,5-3,0	6	cogrsaTi	Coarse Sand
3,0-4,0	7	cogrsaTi	Coarse Sand
4,0-4,5	8	cogrsaTi	Coarse Sand

18GA02TP

Depth	Sample nr.	Soil Type	Comment
0,2-0,5	1	FSa	
0,5-1,0	2,3	grFSaTi	Svallad?
1,0-1,5	4	grSaTi	Svallad?
1,5-2,0	5	cogrsaTi	Svallad?
2,0-3,0	6	cogrsaTi	Svallad?
3,0-3,5	7	cogrsaTi	Svallad?

18GA03TP

Depth	Sample nr.	Soil Type	Comment
0,2-0,5	1	FSaTi	
0,5-1,0	2	grsisaTi	
1,0-1,5	3	grsisaTi	

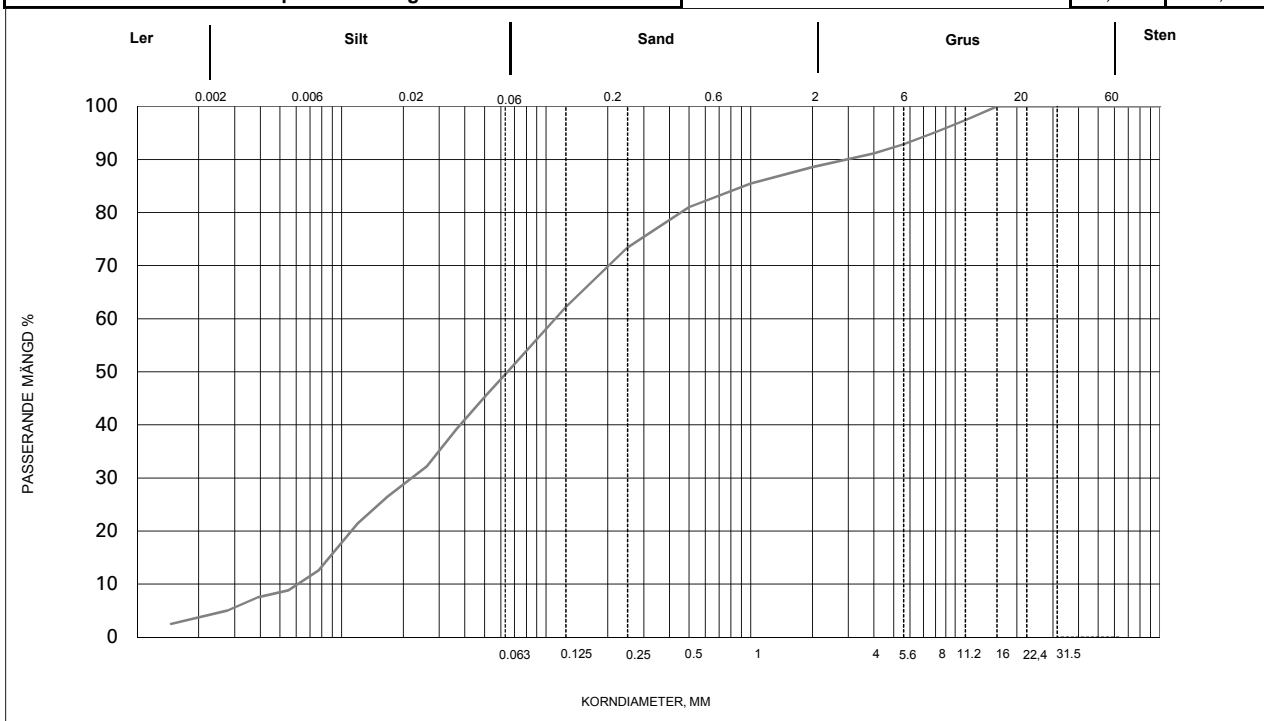
BILAGA E

Kornstorleksanalys

Objekt **Nunasvaara _ 1792948**
Provst.plats
Sekt./B-hål **18GA01TP Prov 3**
Beställare **Golder Associates AB**
Märkning **Prov 3**
Material **Ti**
Provtagare **DA**
Provt.datum **181010**
Väg nr
Djup **1,0 - 1,5 m**
Entreprenör
Leverantör

HYDROMETERMETOD	Hydrometer nr	203735	SS 27124:1992
Halt (0.002/0.063) vikt-%		7,3	
Glödningsförlust %			SS 27105:1990
Graderingstal; d60/d10			
Jordart		saSiTi	*CEN/ISO 14688-1:2002
Tjälfarighetsklass och materialtyp		4, 5A	*CEN/ISO 14688-2
Korndensitet, t/m ³		2,65	SS-EN ISO 17892-3:2016
Vattenkvot %			SS-EN ISO 17892-1:2014
Totalt inlämnat prov (kg):		1,5	
Halt 0,002 mm, %		3,8	
Resultatet avser endast den provade mängden			

SIKT	ACC %
31,5	100,0
22,4	100,0
16,0	100,0
11,2	97,4
8,0	95,2
5,6	92,9
4,0	91,1
2,0	88,6
1,0	85,5
0,5	81,0
0,25	73,4
0,125	62,2
0,063	49,5
SEDIMENTATION	
0,036	39,2
0,026	32,3
0,017	26,6
0,008	12,7
0,004	7,6
0,001	2,5



Anm:	Laith Al-Taie		
Provningsansvarig:	Datum: 181205 Tvättsikt: Ja		

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat

Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången

<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

*Ej ackrediterade metoder.

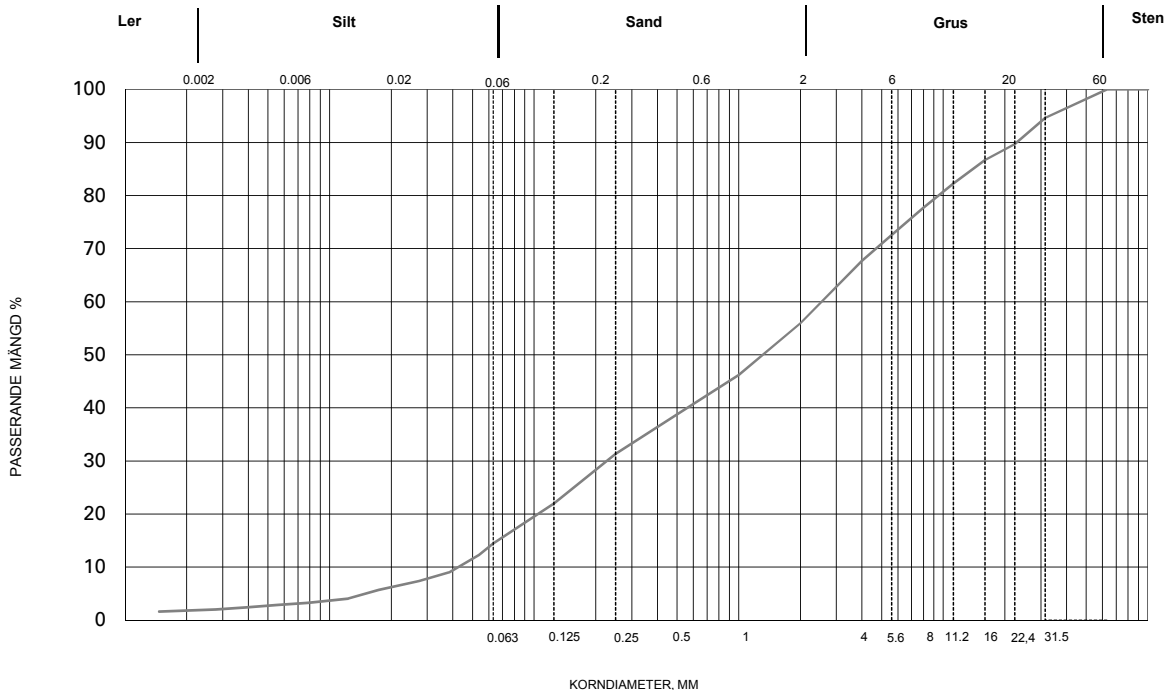
Objekt **Nunasvaara _ 1792948**
Provtagare **DA**
Sekt./B-hål **18GA01TP sammanslagning 4-8**
Beställare **Golder Associates AB**
Märkning
Material **Ti**
Provtagningsplats
Provtagningsdatum **181010**
Väg nr
Djup
Entreprenör
Leverantör

Kornstorleksfördelning enligt

SS-EN 933-1:2012

SIKT	ACC %
31,5	94,6
22,4	89,7
16,0	86,7
11,2	82,3
8,0	77,7
5,6	72,6
4,0	67,7
2,0	55,9
1,0	46,2
0,5	38,8
0,25	31,3
0,125	22,0
0,063	14,4
SEDIMENTATION	
0,038	9,0
0,027	7,4
0,017	5,7
0,008	3,3
0,004	2,5
0,001	1,6

HYDROMETERMETOD	Hydrometer nr	203735	SS 27124:1992
Halt (0.002/0.063) vikt-%		10,7	
Glödningsförlust %			SS 27105:1990
Graderingstal; d60/d10			
Jordart		sagrTi	*CEN/ISO 14688-1:2002
Tjälfärlighetsklass och materialtyp		1, 2	*CEN/ISO 14688-2
Korndensitet, t/m ³		2,65	SS-EN ISO 17892-3:2016
Vattenkvot %			SS-EN ISO 17892-1:2014
Totalt inlämnat prov (kg):		5,0	
Halt 0,002 mm, %		1,8	
Resultatet avser endast den provade mängden			



Anm:	Humushaltig.	Latih Al-Taie	Digitalt signerat av Latih Al-Taie DN: CN=SE, OU=Geoteknik, O=MRM Konsult AB, C=Latih Al-Taie, E=latih@mrmm.se Orsak: Jag är författare till dokumentet Plats: Datum: 2018-12-05 11:29:00
Provningens ansvarig:		Datum: 181205	Tvåttsikt: Ja

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat

Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången

<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

*Ej ackrediterade metoder.

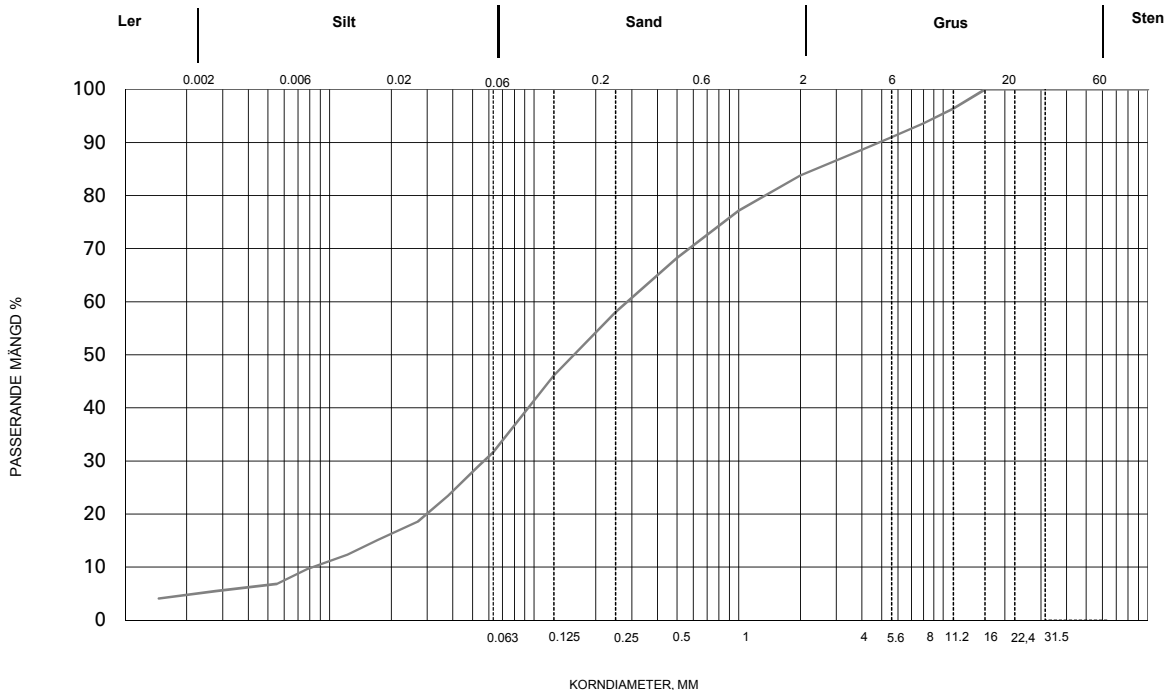
Objekt **Nunasvaara _ 1792948**
Provtagare **DA**
Sekt./B-hål **18GA02TP sammanslagning 2-4**
Beställare **Golder Associates AB**
Märkning
Material **Ti**
Provtagningsplats
Provt.datum **181010**
Väg nr
Djup
Entreprenör
Leverantör

Kornstorleksfördelning enligt

SS-EN 933-1:2012

SIKT	ACC %
31,5	100,0
22,4	100,0
16,0	100,0
11,2	96,4
8,0	93,6
5,6	91,0
4,0	88,6
2,0	83,8
1,0	77,2
0,5	68,3
0,25	58,1
0,125	46,1
0,063	31,6
SEDIMENTATION	
0,038	23,4
0,027	18,6
0,017	15,2
0,008	9,6
0,004	6,2
0,001	4,1

HYDROMETERMETOD	Hydrometer nr	203735	SS 27124:1992
Halt (0.002/0.063) vikt-%		14,0	
Glödningsförlust %			SS 27105:1990
Graderingstal; d60/d10			
Jordart		siSaTi	*CEN/ISO 14688-1:2002
Tjälfärlighetsklass och materialtyp		3, 4A	*CEN/ISO 14688-2
Korndensitet, t/m ³		2,65	SS-EN ISO 17892-3:2016
Vattenkvot %			SS-EN ISO 17892-1:2014
Totalt inlämnat prov (kg):		2,0	
Halt 0,002 mm, %		4,8	
Resultatet avser endast den provade mängden			



Anm:

Provingsansvarig:

Laith Al-Taie

Digital signatur av Laith Al-Taie
DN: cn=Laith Al-Taie, o=MRM Konsult
AB, ou=MRM Konsult, email=Laith@mrmm.se
Orsak: Jag är författare till dokumentet
Plats:
Datum: 2018-12-05 11:28:31

Datum:

181205

Tvättsikt:

Ja

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat

Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången

<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

*Ej ackrediterade metoder.

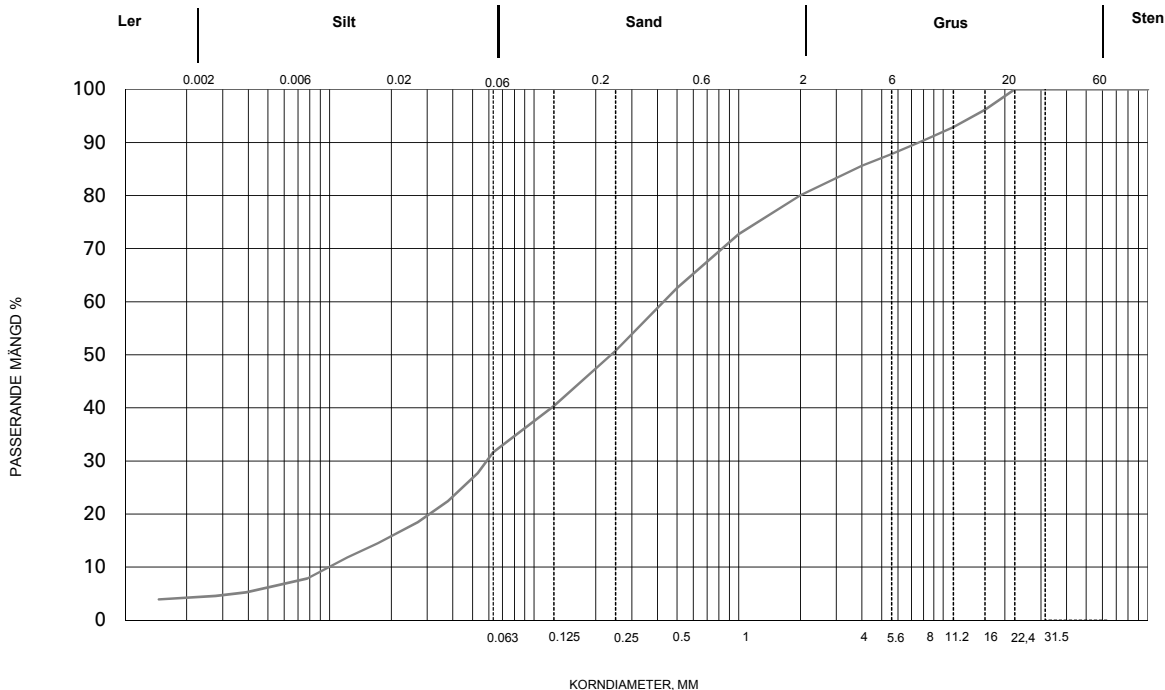
Objekt **Nunasvaara _ 1792948**
Provst.plats
Sekt./B-hål **18GA02TP sammanslagning 5-7**
Beställare **Golder Associates AB**
Märkning
Material **Ti**
Provtagare **DA**
Provt.datum **181010**
Väg nr
Djup
Entreprenör
Leverantör

Kornstorleksfördelning enligt

SS-EN 933-1:2012

SIKT	ACC %
31,5	100,0
22,4	100,0
16,0	96,2
11,2	92,9
8,0	90,4
5,6	87,8
4,0	85,6
2,0	80,1
1,0	72,8
0,5	62,6
0,25	50,7
0,125	40,3
0,063	31,6
SEDIMENTATION	
0,038	22,5
0,027	18,5
0,017	14,5
0,008	7,9
0,004	5,3
0,001	3,9

HYDROMETERMETOD	Hydrometer nr	203735	SS 27124:1992
Halt (0.002/0.063) vikt-%		12,0	
Glödningsförlust %			SS 27105:1990
Graderingstal; d60/d10			
Jordart		sasiTi	*CEN/ISO 14688-1:2002
Tjälfärlighetsklass och materialtyp		3, 4A	*CEN/ISO 14688-2
Korndensitet, t/m ³		2,65	SS-EN ISO 17892-3:2016
Vattenkvot %			SS-EN ISO 17892-1:2014
Totalt inlämnat prov (kg):		2,5	
Halt 0,002 mm, %		4,3	
Resultatet avser endast den provade mängden			



Anm:

Provingsansvarig:

Laith Al-Taie

Digitalt signerat av Laith Al-Taie
DN: cn=SE, ou=Swedish, o=MRM Konsult AB,
c=SE, email=laith.al-taie@mrmm.se
Orsak: Jag är förhållare till dokumentet
Plats:
Datum: 2018-12-05 11:28:07

Datum:

181205

Tvättsikt:

Ja

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat

Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången

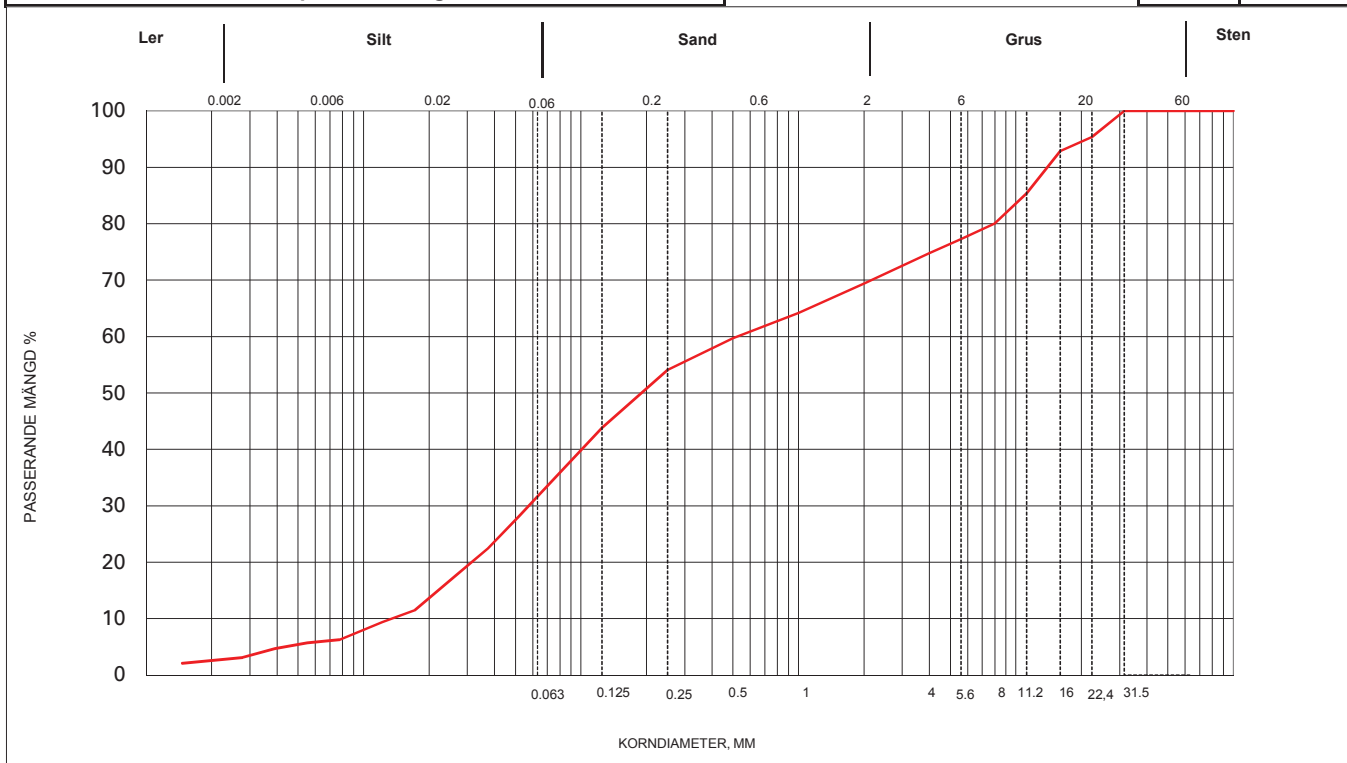
<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

*Ej ackrediterade metoder.

Objekt **Nunasvaara _ 1792948**
Provvt.plats
Sekt./B-hål
Beställare **Golder Associates AB**
Märkning **Sammanslagning**
Material **Ti**
Provtagare **DA**
Provt.datum **181010**
Väg nr
Djup
Entreprenör
Leverantör

HYDROMETERMETOD	Hydrometer nr	203735	SS 27124:1992
Halt (0.002/0.063) vikt-%		7,6	
Glödningsförlust %			SS 27105:1990
Graderingstal; d60/d10			
Jordart		grsasiTi	*CEN/ISO 14688-1:2002
Tjälfarlighetsklass och materialtyp		3, 4A	*CEN/ISO 14688-2
Korndensitet, t/m ³		2,65	SS-EN ISO 17892-3:2016
Vattenkvot %			SS-EN ISO 17892-1:2014
Totalt inlämnat prov (kg):		10,0	
Halt 0,002 mm, %		2,6	
Resultatet avser endast den provade mängden			

SIKT	ACC %
31,5	100,0
22,4	95,4
16,0	92,9
11,2	85,4
8,0	80,1
5,6	77,3
4,0	74,8
2,0	69,4
1,0	64,2
0,5	59,7
0,25	54,1
0,125	43,8
0,063	31,6
SEDIMENTATION	
0,037	22,5
0,027	17,8
0,017	11,5
0,008	6,3
0,004	4,7
0,001	2,1



Anm:	Laith Al-Taie		
Provningsansvarig:	Datum:	181217	Tvåttsikt: Ja

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat

Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången

<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

*Ej ackrediterade metoder.

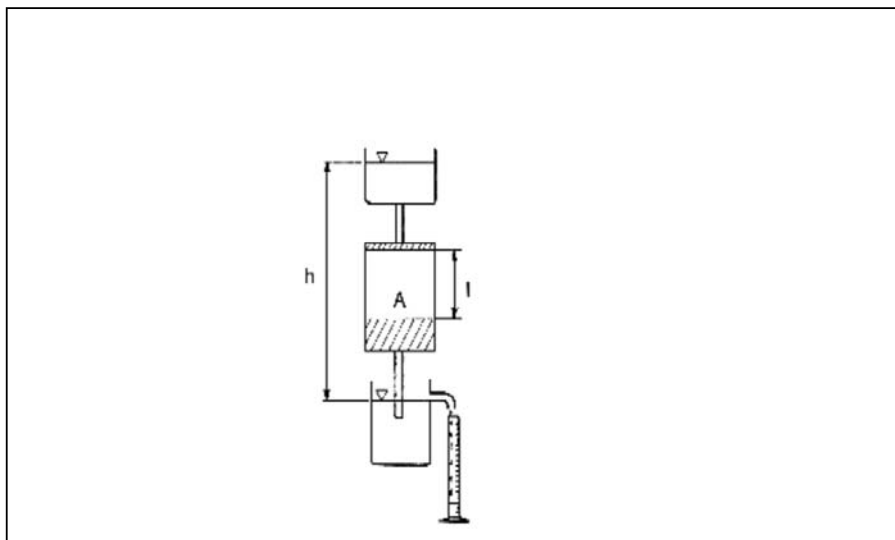
BILAGA F

Permeabilitetsanalys

Objekt:	Nunasvaara _ 1792948
Beställare:	Golder Associates AB
Märkning:	Prov 3
Material:	Jordprov
Provtagare:	DA

Provtagningsdatum:	181010
Sektion/Provpunkt:	18TP01
Nivå	1,0 - 1,5 m
Provningsdatum:	181205

Permeameter nr:	8
Skrymdensitet, ton/m ³ :	2,17
Torrdensitet, ton/m ³ :	1,91
Vattenkvot, %:	13,5
Provarea, A, cm ² :	80,52
Provhöjd, l, mm	45
Tryckhöjd, mm:	610



Beräknat medelvärde för permeabiliteten,	k = 1,3E-08 m/s
--	-----------------

Anmärkningar:	Tätvärde : 7,9	Packningsgrad,%	Tungpackning, naturlig vk.
---------------	----------------	-----------------	----------------------------

Ort och datum:	Luleå	181205	Namn: Huda A. Provn. ansv:
----------------	-------	--------	----------------------------

Laith Al-Taie

Digitalt signerat av Laith Al-Taie
DN: cn=SE, ou=Göteborg, o=MRM Konsult AB,
c=SE, email=laith.taie@mrmm.se
Change Log or Signature IP dokumentet
Plats:
Datum: 2018-12-05 11:30:16

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat

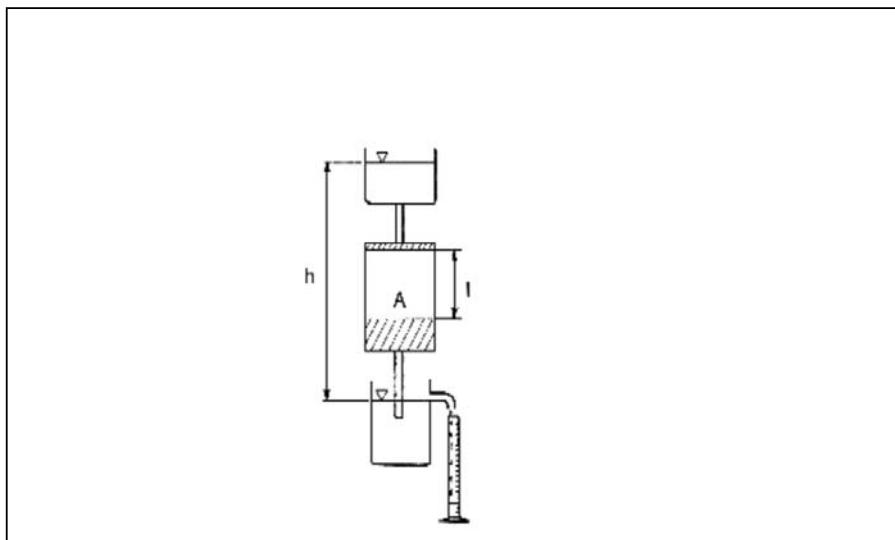
Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången

<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

Objekt:	Nunasvaara _ 1792948
Beställare:	Golder Associates AB
Märkning:	18GA01TP sammanslagning 4-8
Material:	Jordprov
Provtagare:	DA

Provtagningsdatum:	181010
Sektion/Provpunkt:	18GA01
Nivå	-
Provsningsdatum:	181205

Permeameter nr:	7
Skrymdensitet, ton/m ³ :	2,22
Torrdensitet, ton/m ³ :	2,04
Vattenkvot, %:	9,0
Provarea, A, cm ² :	80,52
Provhöjd, l, mm	45
Tryckhöjd, mm:	610



Beräknat medelvärde för permeabiliteten,	k = 1,4E-08 m/s
--	-----------------

Anmärkningar:	Tätvärde : 7,8	Packningsgrad,%	Tungpackning, naturlig vk.
---------------	----------------	-----------------	----------------------------

Ort och datum:	Luleå	181205	Namn: Huda A. Provn. ansv:
----------------	-------	--------	----------------------------

Laith Al-Taie

Digitalt signerat av Laith Al-Taie
DN: cn=Laith Al-Taie, o=MRM Konsult
Alt: CN=Laith Al-Taie, Email=laith@mrm.se
Serial: 1, Jag är bereddare till dokumentet
Plats:
Datum: 2018-12-05 11:30:01

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat

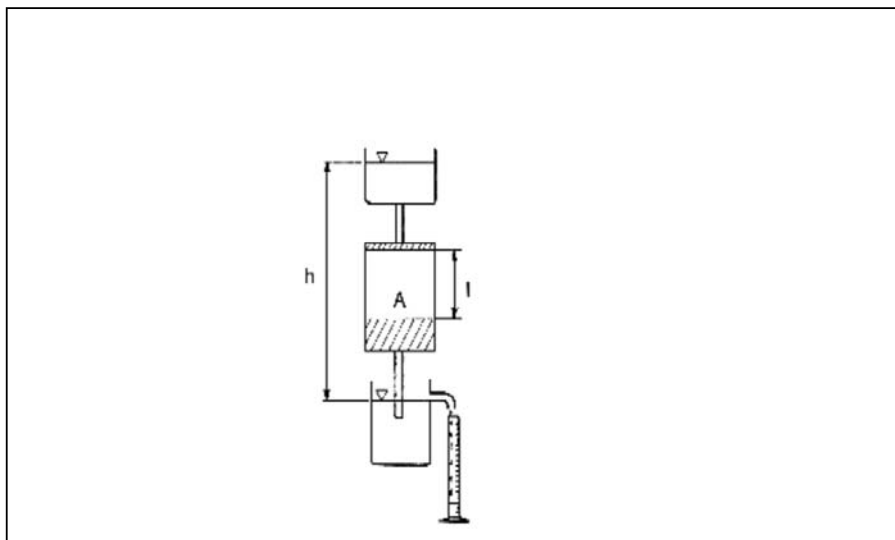
Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången

<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

Objekt:	Nunasvaara _ 1792948
Beställare:	Golder Associates AB
Märkning:	18GA02TP sammanslagning 2-4
Material:	Jordprov
Provtagare:	DA

Provtagningsdatum:	181010
Sektion/Provpunkt:	18GA02TP
Nivå	-
Provningsdatum:	181205

Permeameter nr:	2
Skrymdensitet, ton/m ³ :	2,20
Torrdensitet, ton/m ³ :	2,03
Vattenkvot, %:	8,0
Provarea, A, cm ² :	80,52
Provhöjd, l, mm	40
Tryckhöjd, mm:	610



Beräknat medelvärde för permeabiliteten,	$k = 1,2E-07 \text{ m/s}$
--	---------------------------

Anmärkningar:	Tätvärde : 6,9	Packningsgrad,%	Tungpackning, naturlig vk.
---------------	----------------	-----------------	----------------------------

Ort och datum:	Luleå 181205	Namn: Huda A.	Provn. ansv:
----------------	--------------	---------------	--------------

Laith Al-Taie

Digitalt signerat av Laith Al-Taie
DN: cn=Laith Al-Taie, o=MRM Konsult AB,
c=SE, email=Laith@mrmm.se
Färdigt: 2018-12-05 11:29:42

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat

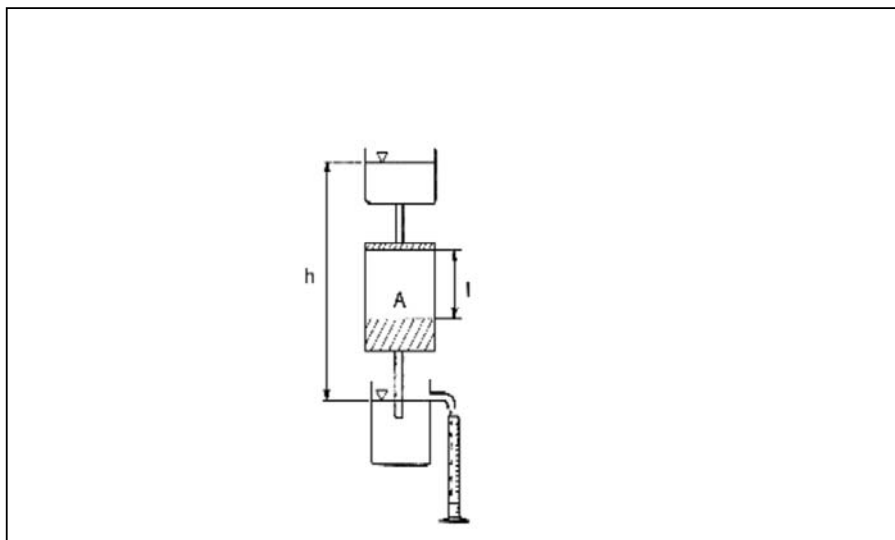
Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången

<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

Objekt:	Nunasvaara _ 1792948
Beställare:	Golder Associates AB
Märkning:	18GA02TP sammanslagning 5-7
Material:	Jordprov
Provtagare:	DA

Provtagningsdatum:	181010
Sektion/Provpunkt:	18GA02TP
Nivå	-
Provningsdatum:	181205

Permeameter nr:	3
Skrymdensitet, ton/m ³ :	2,30
Torrdensitet, ton/m ³ :	2,17
Vattenkvot, %:	6,3
Provarea, A, cm ² :	80,52
Provhöjd, l, mm	45
Tryckhöjd, mm:	610



Beräknat medelvärde för permeabiliteten,	$k = 3,0E-08 \text{ m/s}$
--	---------------------------

Anmärkningar:	Tätvärde : 7,5	Packningsgrad,%	Tungpackning, naturlig vk.
---------------	----------------	-----------------	----------------------------

Ort och datum:	Luleå 181205	Namn: Huda A.	Provn. ansv:
----------------	--------------	---------------	--------------

Laith Al-Taie

Digitalt signerat av Laith Al-Taie
DN: CN=Laith Al-Taie, O=MRM Konsult AB,
C=SE, email=laith@mrmm.se
Fritt uttryckt i dokumentet
Datum: 2018-12-05 11:30:31

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat

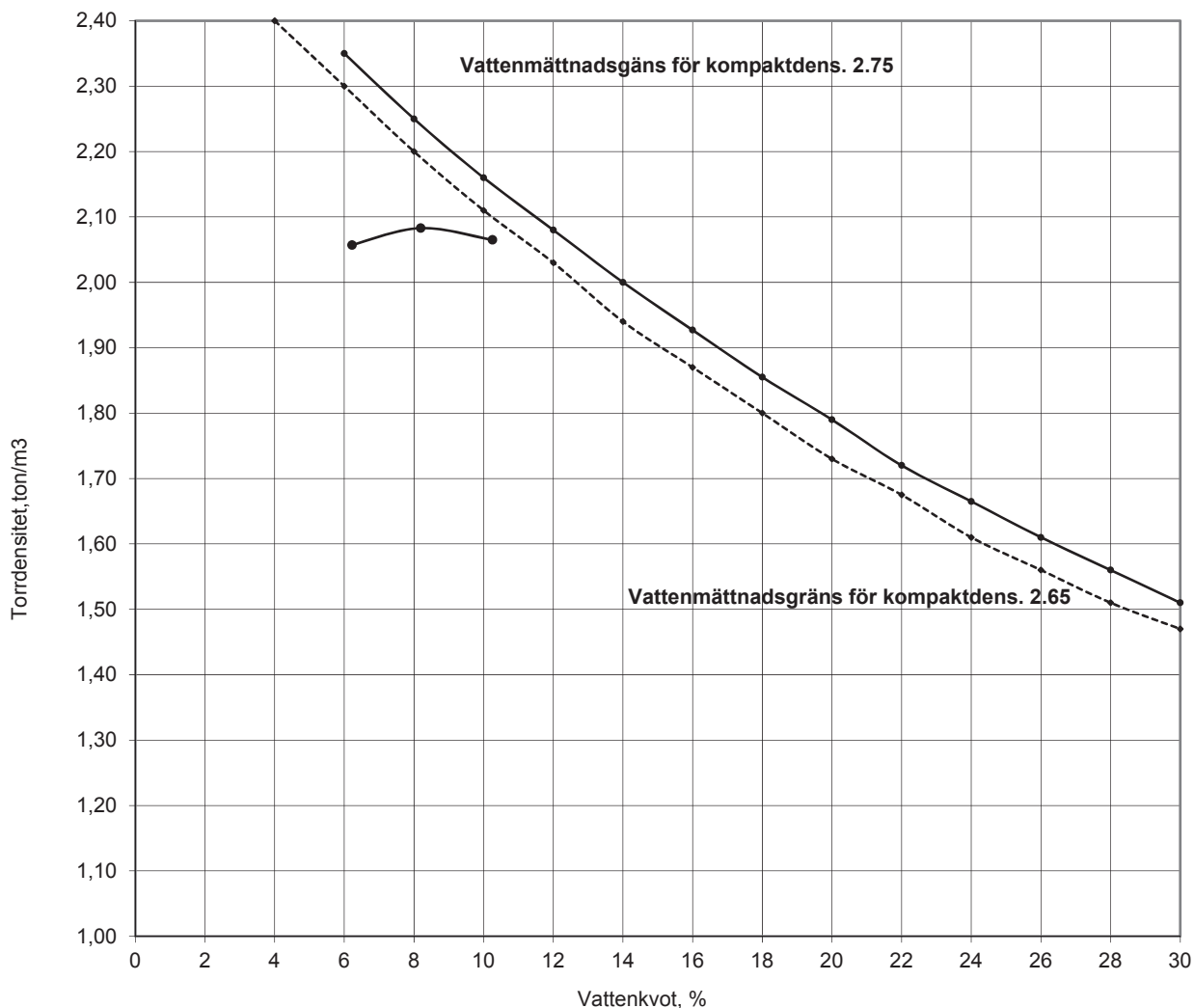
Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången

<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

BILAGA G

Modifierad Proctorpackning

Objekt	Provtagningsplats	Sektion	Märkning
Nunasvaara_1792848			Sammanslagning
Beställare	Provtagare	Provtagningsdatum	Material
Golder Associates AB	DA	2018-10-10	Mn



Laboratoriepackning, Modifierad Proctor (tung instampning)	$r_d \text{ max t/m}^3$	$W_{opt} \%$	$r_{max t/m}^3$
Provet utfört enligt SSEN 13286-2:2010	2,08	c:a 8,0	2,52

ANMÄRKNINGAR	JORDART
Kornkurva se G 182877	

RAPPORT UTFÄRDAD	UTFÖRD AV	GRANSKAD
LULEÅ 201-12-17	Huda A	Laith Al-Taie

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången.

<http://www.mrm.se/media/mark/matosakerhet.pdf>

BILAGA H

Skakförsök EN12457-3

Rapport

Sida 1 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Ankomstdatum **2018-11-16**
Utfärdad **2018-12-03**

Golder Associates AB
Erik Karlsson

Box 869
972 34 Luleå
Sweden

Projekt **1792948**

Analys: LV4A

Er beteckning	18GA01TP sammanslagning 4-8					
	L/S 2					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533087					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet ($\pm$)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	97.4		%	2	I	TJ
Invägning *	179.7		g	2	I	TJ
Volym tillsatt *	345		ml	2	I	TJ
Volym efter filtrering *	293		ml	2	I	TJ
As	<0.5		$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Ba	2.57	0.82	$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Cd	<0.05		$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Cr	8.14	1.66	$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Cu	57.1	11.4	$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Hg	<0.02		$\mu\text{g/l}$	3	F	EVRI
Mo	0.618	0.388	$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Ni	14.1	2.9	$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Pb	0.545	0.137	$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Sb	<0.1		$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Se	<3		$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
Zn	9.83	3.58	$\mu\text{g/l}$	3	H	NIPA
pH	7.1			4	V	MARH
Kond.	3.22		mS/m	5	V	MARH
DOC	4.35	0.87	mg/l	6	1	MAOM
Cl	3.01	0.451	mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO ₄	<5.00		mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.00514		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	<0.0001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.0163		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	0.114		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.00004		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	0.00124		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	0.0282		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	0.00109		mg/kg TS	3	H	NIPA

Rapport

Sida 2 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	18GA01TP sammanslagning 4-8					
	L/S 2					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533087					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
Sb	<0.0002		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	<0.006		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	0.0197		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	8.70		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	6.02		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<0.4		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO₄	<10		mg/kg TS	3	2	MAOM

Rapport

Sida 3 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	18GA01TP sammanslagning 4-8					
	L/S 10					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533088					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	97.4		%	2	I	TJ
Invägning *	179.7		g	2	I	TJ
Volym tillsatt *	1400		ml	2	I	TJ
As	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ba	2.85	0.79	µg/l	3	H	NIPA
Cd	<0.05		µg/l	3	H	NIPA
Cr	1.16	0.31	µg/l	3	H	NIPA
Cu	54.3	11.0	µg/l	3	H	NIPA
Hg	<0.02		µg/l	3	F	EVRI
Mo	1.75	0.51	µg/l	3	H	NIPA
Ni	19.7	4.1	µg/l	3	H	NIPA
Pb	0.355	0.110	µg/l	3	H	NIPA
Sb	<0.1		µg/l	3	H	NIPA
Se	<3		µg/l	3	H	NIPA
Zn	10.3	3.8	µg/l	3	H	NIPA
pH	8.4			4	V	EM
Kond.	<1		mS/m	5	V	EM
DOC	1.67	0.33	mg/l	6	1	MAOM
Cl	<1.00		mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO ₄	<5.00		mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.0280		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	<0.0005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.0233		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	0.548		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.0002		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	0.0156		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	0.188		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	0.00387		mg/kg TS	3	H	NIPA
Sb	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	<0.03		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	0.102		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	21.2		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	<10		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<2		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO ₄	<50		mg/kg TS	3	2	MAOM

Rapport

Sida 4 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	18GA02TP sammanslagning 2-4					
	L/S 2					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533089					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	98.7		%	2	I	TJ
Invägning *	177.2		g	2	I	TJ
Volym tillsatt *	348		ml	2	I	TJ
Volym efter filtrering *	312		ml	2	I	TJ
As	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ba	8.03	1.64	µg/l	3	H	NIPA
Cd	<0.05		µg/l	3	H	NIPA
Cr	4.00	0.85	µg/l	3	H	NIPA
Cu	31.1	6.4	µg/l	3	H	NIPA
Hg	<0.02		µg/l	3	F	EVRI
Mo	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ni	2.31	0.84	µg/l	3	H	NIPA
Pb	0.352	0.108	µg/l	3	H	NIPA
Sb	<0.1		µg/l	3	H	NIPA
Se	<3		µg/l	3	H	NIPA
Zn	<2		µg/l	3	H	NIPA
pH	7.3			4	V	MARH
Kond.	1.50		mS/m	5	V	MARH
DOC	5.26	1.05	mg/l	6	1	MAOM
Cl	1.43	0.214	mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO ₄	<5.00		mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.0161		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	<0.0001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.00800		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	0.0622		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.00004		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	0.00462		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	0.000704		mg/kg TS	3	H	NIPA
Sb	<0.0002		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	<0.006		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	<0.004		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	10.5		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	2.86		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<0.4		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO ₄	<10		mg/kg TS	3	2	MAOM

Rapport

Sida 5 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	18GA02TP sammanslagning 2-4					
	L/S 10					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533090					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	98.7		%	2	I	TJ
Invägning *	177.2		g	2	I	TJ
Volym tillsatt *	1400		ml	2	I	TJ
As	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ba	5.21	1.07	µg/l	3	H	NIPA
Cd	<0.05		µg/l	3	H	NIPA
Cr	0.879	0.242	µg/l	3	H	NIPA
Cu	5.84	1.19	µg/l	3	H	NIPA
Hg	<0.02		µg/l	3	F	EVRI
Mo	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ni	2.35	0.80	µg/l	3	H	NIPA
Pb	0.349	0.106	µg/l	3	H	NIPA
Sb	<0.1		µg/l	3	H	NIPA
Se	<3		µg/l	3	H	NIPA
Zn	<2		µg/l	3	H	NIPA
pH	8.2			4	V	EM
Kond.	<1		mS/m	5	V	EM
DOC	1.85	0.37	mg/l	6	1	MAOM
Cl	<1.00		mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO₄	<5.00		mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.0571		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	<0.0005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.0144		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	0.103		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.0002		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	<0.005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	0.0234		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	0.00350		mg/kg TS	3	H	NIPA
Sb	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	<0.03		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	<0.02		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	24.6		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	<10		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<2		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO₄	<50		mg/kg TS	3	2	MAOM

Rapport

Sida 6 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	18GA02TP sammanslagning 5-7					
	L/S 2					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533091					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	99.3		%	2	I	TJ
Invägning *	176.3		g	2	I	TJ
Volym tillsatt *	349		ml	2	I	TJ
Volym efter filtrering *	314		ml	2	I	TJ
As	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ba	19.5	3.9	µg/l	3	H	NIPA
Cd	<0.05		µg/l	3	H	NIPA
Cr	3.91	0.83	µg/l	3	H	NIPA
Cu	30.5	6.3	µg/l	3	H	NIPA
Hg	<0.02		µg/l	3	F	EVRI
Mo	0.655	0.393	µg/l	3	H	NIPA
Ni	5.81	1.26	µg/l	3	H	NIPA
Pb	1.15	0.24	µg/l	3	H	NIPA
Sb	0.199	0.062	µg/l	3	H	NIPA
Se	<3		µg/l	3	H	NIPA
Zn	2.65	1.79	µg/l	3	H	NIPA
pH	6.6			4	V	MARH
Kond.	2.75		mS/m	5	V	MARH
DOC	3.71	0.74	mg/l	6	1	MAOM
Cl	1.62	0.243	mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO ₄	<5.00		mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.0390		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	<0.0001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.00782		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	0.0610		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.00004		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	0.00131		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	0.0116		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	0.00230		mg/kg TS	3	H	NIPA
Sb	0.000398		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	<0.006		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	0.00530		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	7.42		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	3.24		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<0.4		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO ₄	<10		mg/kg TS	3	2	MAOM

Rapport

Sida 7 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	18GA02TP sammanslagning 5-7					
	L/S 10					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533092					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	99.3		%	2	I	TJ
Invägning *	176.3		g	2	I	TJ
Volym tillsatt *	1400		ml	2	I	TJ
As	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ba	9.23	1.83	µg/l	3	H	NIPA
Cd	<0.05		µg/l	3	H	NIPA
Cr	1.24	0.33	µg/l	3	H	NIPA
Cu	10.9	2.7	µg/l	3	H	NIPA
Hg	<0.02		µg/l	3	F	EVRI
Mo	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ni	3.25	0.85	µg/l	3	H	NIPA
Pb	0.627	0.146	µg/l	3	H	NIPA
Sb	<0.1		µg/l	3	H	NIPA
Se	<3		µg/l	3	H	NIPA
Zn	2.05	1.22	µg/l	3	H	NIPA
pH	8.1			4	V	EM
Kond.	<1		mS/m	5	V	EM
DOC	1.09	0.22	mg/l	6	1	MAOM
Cl	<1.00		mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO ₄	<5.00		mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.111		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	<0.0005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.0172		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	0.144		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.0002		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	<0.005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	0.0371		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	0.00721		mg/kg TS	3	H	NIPA
Sb	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	<0.03		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	0.0216		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	15.6		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	<10		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<2		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO ₄	<50		mg/kg TS	3	2	MAOM

Rapport

Sida 8 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	Ytjord provbrytning 0-5 cm					
	L/S 2					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533093					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	98.0		%	2	I	TJ
Invägning *	157.9		g	2	I	TJ
Volym tillsatt *	306		ml	2	I	TJ
Volym efter filtrering *	170		ml	2	I	TJ
As	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ba	9.82	2.37	µg/l	3	H	NIPA
Cd	0.206	0.054	µg/l	3	H	NIPA
Cr	5.41	1.12	µg/l	3	H	NIPA
Cu	767	153	µg/l	3	H	NIPA
Hg	<0.02		µg/l	3	F	EVRI
Mo	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ni	250	51	µg/l	3	H	NIPA
Pb	7.34	1.43	µg/l	3	H	NIPA
Sb	<0.1		µg/l	3	H	NIPA
Se	15.5	3.5	µg/l	3	H	NIPA
Zn	82.7	29.2	µg/l	3	H	NIPA
pH	3.3			4	V	MARH
Kond.	71.4		mS/m	5	V	MARH
DOC	73.2	14.6	mg/l	6	1	MAOM
Cl	8.32	1.25	mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO ₄	224	33.6	mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.0196		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	0.000412		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.0108		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	1.53		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.00004		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	0.500		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	0.0147		mg/kg TS	3	H	NIPA
Sb	<0.0002		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	0.0310		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	0.165		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	146		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	16.6		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<0.4		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO ₄	448		mg/kg TS	3	2	MAOM

Rapport

Sida 9 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	Ytjord provbrytning 0-5 cm L/S 10					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533094					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	98.0		%	2	I	TJ
Invägning *	157.9		g	2	I	TJ
Volym tillsatt *	1239		ml	2	I	TJ
As	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ba	5.95	1.24	µg/l	3	H	NIPA
Cd	0.0858	0.0377	µg/l	3	H	NIPA
Cr	2.58	0.57	µg/l	3	H	NIPA
Cu	385	76	µg/l	3	H	NIPA
Hg	<0.02		µg/l	3	F	EVRI
Mo	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ni	105	21	µg/l	3	H	NIPA
Pb	<0.2		µg/l	3	H	NIPA
Sb	<0.1		µg/l	3	H	NIPA
Se	3.69	1.38	µg/l	3	H	NIPA
Zn	28.9	10.5	µg/l	3	H	NIPA
pH	3.4			4	V	EM
Kond.	32.3		mS/m	5	V	EM
DOC	12.2	2.45	mg/l	6	1	MAOM
Cl	1.26	0.188	mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO ₄	77.2	11.6	mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.0638		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	0.000990		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.0289		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	4.27		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.0002		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	<0.005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	1.21		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	<0.010		mg/kg TS	3	H	NIPA
Sb	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	0.0499		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	0.348		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	189		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	20.4		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<2		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO ₄	933		mg/kg TS	3	2	MAOM

Rapport

Sida 10 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	Äldre provbrytning 5-20 cm					
	L/S 2					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533095					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	99.1		%	2	I	GLA
Invägning *	176.5		g	2	I	GLA
Volym tillsatt *	348		ml	2	I	GLA
Volym efter filtrering *	286		ml	2	I	GLA
As	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ba	17.5	3.7	µg/l	3	H	NIPA
Cd	0.227	0.050	µg/l	3	H	NIPA
Cr	3.54	0.75	µg/l	3	H	NIPA
Cu	602	121	µg/l	3	H	NIPA
Hg	<0.02		µg/l	3	F	EVRI
Mo	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ni	158	32	µg/l	3	H	NIPA
Pb	5.72	1.11	µg/l	3	H	NIPA
Sb	<0.1		µg/l	3	H	NIPA
Se	4.75	1.27	µg/l	3	H	NIPA
Zn	96.9	34.0	µg/l	3	H	NIPA
pH	3.3			4	V	MARH
Kond.	44.7		mS/m	5	V	MARH
DOC	20.4	4.08	mg/l	6	1	MAOM
Cl	4.57	0.686	mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO ₄	126	19.0	mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.0350		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	0.000454		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.00708		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	1.20		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.00004		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	0.316		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	0.0114		mg/kg TS	3	H	NIPA
Sb	<0.0002		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	0.00950		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	0.194		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	40.8		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	9.14		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<0.4		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO ₄	252		mg/kg TS	3	2	MAOM

Rapport

Sida 11 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



Er beteckning	Äldre provbrytning 5-20 cm					
	L/S 10					
Provtagare	Daniel Albing					
Provtagningsdatum	2018-10-10					
Labnummer	U11533096					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
SS-EN 12457-3	Ja	71	ArbMom	1	I	ASAP
TS innan lakning *	99.1		%	2	I	GLA
Invägning *	176.5		g	2	I	GLA
Volym tillsatt *	1400		ml	2	I	GLA
As	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ba	30.5	6.0	µg/l	3	H	NIPA
Cd	<0.05		µg/l	3	H	NIPA
Cr	0.850	0.305	µg/l	3	H	NIPA
Cu	164	33	µg/l	3	H	NIPA
Hg	<0.02		µg/l	3	F	EVRI
Mo	<0.5		µg/l	3	H	NIPA
Ni	46.1	9.5	µg/l	3	H	NIPA
Pb	<0.2		µg/l	3	H	NIPA
Sb	<0.1		µg/l	3	H	NIPA
Se	<3		µg/l	3	H	NIPA
Zn	31.8	11.3	µg/l	3	H	NIPA
pH	3.7			4	V	MARH
Kond.	16.4		mS/m	5	V	MARH
DOC	2.74	0.55	mg/l	6	1	MAOM
Cl	<1.00		mg/l	7	1	MAOM
F	<0.200		mg/l	7	1	MAOM
SO₄	36.9	5.53	mg/l	7	1	MAOM
Laktest omräkning mg/kg TS						
As	<0.005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ba	0.284		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cd	<0.0008		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cr	0.0129		mg/kg TS	3	H	NIPA
Cu	2.36		mg/kg TS	3	H	NIPA
Hg	<0.0002		mg/kg TS	3	F	EVRI
Mo	<0.005		mg/kg TS	3	H	NIPA
Ni	0.644		mg/kg TS	3	H	NIPA
Pb	<0.01		mg/kg TS	3	H	NIPA
Sb	<0.001		mg/kg TS	3	H	NIPA
Se	<0.03		mg/kg TS	3	H	NIPA
Zn	0.424		mg/kg TS	3	H	NIPA
DOC	56.3		mg/kg TS	3	2	MAOM
Cl	<20		mg/kg TS	3	2	MAOM
F	<2		mg/kg TS	3	2	MAOM
SO₄	515		mg/kg TS	3	2	MAOM

	Metod
1	Laktesten har utförts enligt SS-EN 12457-3. Den utvidgade osäkerheten är 71% enligt SS-EN 12457-3. Osäkerheten är beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.
2	Provvupparbetning.
3	Analys av lakvatten. Vid analys av metaller har provet surgjorts med 1 ml salpetersyra(suprapur) per 100 ml. Vid analys av W har provet ej surgjorts. För analys av Ag har provet konserverats med HCl. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Analys av Hg med AFS har skett enligt SS EN ISO 17852. Notera att rapporteringsgränser kan påverkas om det t.ex. finns behov av extra spädning pga provmatrisen men även om provmängden är begränsad. Om laktestet har utförts av ALS i Luleå, för omräknade halter till mg/kg TS se rapport eller bilaga.
4	Prov för mätning av pH bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Mätning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS EN ISO 5667-3. Mätning av pH baseras på SS-EN ISO 10523. pH har en mätosäkerhet på 0.1 pH enheter.
5	Prov för mätning av konduktivitet bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Mätning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS EN ISO 5667-3. Mätning av konduktivitet baseras på SS EN 27888. Mätosäkerheten för konduktivitet är 8% uttryckt som relativt värde.
6	CZ_SOP_D06_02_056 Determination of total organic carbon (TOC), dissolved organic carbon (DOC), total inorganic carbon (TIC) and total carbon (TC) by IR detection (based on CSN EN 1484, CSN EN 16192, SM 5310).
7	CZ_SOP_D06_02_068 (CSN EN ISO 10304-1, CSN EN 16192) Determination of dissolved fluoride, chloride, nitrite, bromide, nitrate and sulphate by ion liquid chromatography and determination of nitrite nitrogen and nitrate nitrogen and sulfate sulfur by calculation from measured values including the calculation of total mineralization.

	Godkännare
ASAP	Åsa Apelqvist
EM	Erik Magnusson
EVRI	Evy Rickefors
GLA	Jessica Glanberg
MAOM	Maria Omberg
MARH	Maria Hansman
NIPA	Nicola Pallavicini
TJ	Thea Johansson

Rapport

Sida 13 (13)



L1833578

176ALE5CV2H



	Utf ¹
F	AFS
H	ICP-SFMS
I	Man.Inm.
V	Våtkemi
1	För analysen svarar ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9, 190 00 Prague 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till.
2	

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

BILAGA I

Fullanalys och ABA



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 1
Total # Pages: 2 (A - E)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

CERTIFICATE PI18292799

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

P.O. No.: 1792948

This report is for 5 Soil samples submitted to our lab in Pitea, Sweden on 19-NOV-2018.

The following have access to data associated with this certificate:

DANIEL ALBING

ERIK KARLSSON

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-22	Sample login - Rcd w/o BarCode
CRU-31	Fine crushing - 70% <2mm
SPL-21	Split sample - riffle splitter
PUL-31	Pulverize split to 85% <75 um
CRU-QC	Crushing QC Test
PUL-QC	Pulverizing QC Test

ANALYTICAL PROCEDURES

ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
S-IR08	Total Sulphur (Leco)	LECO
S-ICP19	Sulphate Sulphur / By ICP-AES	ICP-AES
S-CAL19	Sulphide Sulphur (Calculated)	LECO
C-IR07	Total Carbon (Leco)	LECO
C-IR06	Organic Carbon (Leco)	LECO
C-CAL04	Inorganic Carbon	LECO
OA-VOL08EU	AP & NP of Sulphidic Waste	
ME-MS61L	Super Trace Lowest DL 4A by ICP-MS	

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.

Signature:

Andrey Tairov, Technical Manager, Ireland



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - A
Total # Pages: 2 (A - E)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21 Recvd Wt. kg	S-IR08 S %	S-ICP19 S %	S-CAL19 S %	C-IR07 C %	C-IR06 C organi %	C-CAL04 C inorga %	OA-VOL08EU NP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU AP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU AP Max tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU NPR Unity	OA-VOL08EU tCaCO3/1Kt	NNP	PUL-QC Pass75um %	ME-MS61L Ag ppm	ME-MS61L Al %
18GA01TP sammanslagning 4-8		2.03	0.01	0.04	<0.01	0.12	0.05	0.07	1	<0.3	0.3	-1.39	2	0	88.4	0.069	7.31
18GA02TP sammanslagning 2-4		0.35	0.01	<0.01	0.01	0.13	0.07	0.06	0	<0.3	0.3	0.00	0	0		0.012	7.95
18GA02TP sammanslagning 5-7		0.37	0.01	<0.01	0.01	0.11	0.02	0.09	4	<0.3	0.3	26.88	4	4		<0.002	7.68
Ytjord provbrytning 0-5cm		0.10	0.30	0.34	<0.01	9.54	9.25	0.29	-30	<0.3	9.4	24.00	-29	-29		0.153	5.28
Aldre provbrytning 5-20cm		0.34	0.13	0.14	<0.01	1.25	1.12	0.13	-12	<0.3	4.1	36.80	-11	-11		0.010	6.72

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - B
Total # Pages: 2 (A - E)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L As ppm 0.05	ME-MS61L Ba ppm 1	ME-MS61L Be ppm 0.02	ME-MS61L Bi ppm 0.005	ME-MS61L Ca % 0.01	ME-MS61L Cd ppm 0.005	ME-MS61L Ce ppm 0.01	ME-MS61L Co ppm 0.005	ME-MS61L Cr ppm 0.3	ME-MS61L Cs ppm 0.01	ME-MS61L Cu ppm 0.02	ME-MS61L Fe % 0.002	ME-MS61L Ga ppm 0.05	ME-MS61L Ge ppm 0.05	ME-MS61L Hf ppm 0.004
18GA01TP sammanslagning 4-8		0.11	291	0.94	0.044	3.18	0.613	52.5	137.5	58.1	3.45	623	7.22	18.05	0.11	2.63
18GA02TP sammanslagning 2-4		1.09	680	1.56	0.045	3.57	0.038	66.4	22.8	84.3	0.66	77.2	5.39	18.20	0.13	2.42
18GA02TP sammanslagning 5-7		1.06	690	1.54	0.066	3.07	0.040	63.7	20.5	82.2	0.56	49.7	5.70	17.00	0.12	2.36
Ytjord provbrytning 0-5cm		3.33	134	0.51	0.121	2.88	0.126	25.2	21.6	116.5	1.99	257	10.85	13.60	0.13	1.320
Aldre provbrytning 5-20cm		0.76	194	0.79	0.038	4.54	0.037	30.4	25.1	81.8	1.28	53.2	8.64	19.30	0.09	1.940

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - C
Total # Pages: 2 (A - E)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

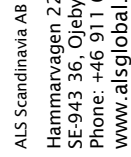
Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L In ppm 0.005	ME-MS61L K % 0.01	ME-MS61L La ppm 0.005	ME-MS61L Li ppm 0.2	ME-MS61L Mg % 0.01	ME-MS61L Mn ppm 0.2	ME-MS61L Mo ppm 0.02	ME-MS61L Na % 0.001	ME-MS61L Nb ppm 0.005	ME-MS61L Ni ppm 0.08	ME-MS61L P % 0.001	ME-MS61L Pb ppm 0.01	ME-MS61L Rb ppm 0.02	ME-MS61L Re ppm 0.002	ME-MS61L S % 0.01
18GA01TP sammanslagning 4-8		0.078	1.76	26.5	16.9	3.69	943	3.80	2.97	9.45	164.5	0.064	6.88	72.0	0.003	0.01
18GA02TP sammanslagning 2-4		0.057	1.91	32.3	8.2	2.09	801	0.59	3.18	7.86	44.1	0.081	6.88	61.6	<0.002	0.01
18GA02TP sammanslagning 5-7		0.056	1.94	31.8	7.6	1.96	666	0.54	3.34	7.71	47.9	0.081	5.19	58.8	<0.002	0.01
Ytjord provbrytning 0-5cm		0.041	0.50	10.40	4.3	2.83	1000	0.78	2.35	5.49	39.9	0.083	12.15	26.4	0.010	0.33
Aldre provbrytning 5-20cm		0.076	0.69	14.10	3.2	3.37	728	0.76	3.64	8.12	42.1	0.041	15.05	30.5	<0.002	0.15

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



Page: 2 - D
Total # Pages: 2 (A - E)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

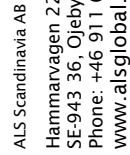
An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L	ME-MS61L
		Sb ppm	Sc ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Te ppm	Th ppm	Ti %	Ti ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Y ppm	Zn ppm	ME-MS61L
18GA01TP sammaslagnning 4-8		0.10	28.9	1.2	0.92	125.0	0.61	1.24	1.795	0.915	0.489	1.95	223	0.706	38.5	185.0	
18GA02TP sammaslagnning 2-4		0.12	21.0	<0.2	1.20	262	0.52	0.06	4.54	0.489	0.190	1.31	139.5	0.553	23.8	37.0	
18GA02TP sammaslagnning 5-7		0.14	20.5	<0.2	1.23	289	0.50	<0.04	5.76	0.461	0.160	1.37	143.5	0.558	23.3	35.4	
Ytjord provbrytning 0-5cm		0.19	28.7	17.8	0.74	92.2	0.50	0.28	7.48	0.583	0.079	2.85	207	0.206	17.30	54.0	
Aldre provbrytning 5-20cm		0.09	30.3	3.4	1.11	154.5	0.50	0.06	2.50	0.791	0.055	0.86	218	0.284	15.80	36.0	

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L Zr ppm 0.1	CRU-QC Pass.2mm % 0.01
18GA01TP sammanslagning 4-8		96.6	94.8
18GA02TP sammanslagning 2-4		87.2	
18GA02TP sammanslagning 5-7		87.4	
Ytjord provbrytning 0-5cm		40.8	
Aldre provbrytning 5-20cm		71.4	

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: Appendix 1
Total # Appendix Pages: 1
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

CERTIFICATE COMMENTS	
Applies to Method:	ANALYTICAL COMMENTS OA-VOL08EU Units: tCaCO₃/1Kt = tCaCO₃/1000t ore OA-VOL08EU
Applies to Method:	ACCREDITATION COMMENTS The methods immediately below this line are ISO 17025:2005 Accredited. INAB Registration No: 173T C-IR07 S-IR08 
Applies to Method:	LABORATORY ADDRESSES Processed at ALS Pitea located at Hammarvagen 22, SE-943 36, Ojebyn, Sweden. CRU-31 CRU-QC LOG-22 PUL-QC SPL-21 WEI-21
Applies to Method:	Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland. C-CAL04 C-IR07 OA-VOL08EU S-CAL19 S-ICP19 PUL-31 ME-MS61L S-IR08



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDBER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 1
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE PI18292799

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

P.O. No.: 1792948

This report is for 5 Soil samples submitted to our lab in Pitea, Sweden on 19-NOV-2018.

The following have access to data associated with this certificate:

DANIEL ALBING

ERIK KARLSSON

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-22	Sample login - Rcd w/o BarCode
CRU-31	Fine crushing - 70% <2mm
SPL-21	Split sample - riffle splitter
PUL-31	Pulverize split to 85% <75 um
CRU-QC	Crushing QC Test
PUL-QC	Pulverizing QC Test

ANALYTICAL PROCEDURES

ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
S-IR08	Total Sulphur (Leco)	LECO
S-ICP19	Sulphate Sulphur / By ICP-AES	ICP-AES
S-CAL19	Sulphide Sulphur (Calculated)	LECO
C-IR07	Total Carbon (Leco)	LECO
C-IR06	Organic Carbon (Leco)	LECO
C-CAL04	Inorganic Carbon	LECO
OA-VOL08EU	AP & NP of Sulphidic Waste	
ME-MS61L	Super Trace Lowest DL 4A by ICP-MS	

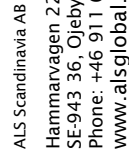
This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.

Signature:

Andrey Tairov, Technical Manager, Ireland



Page: 2 - A
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

S PI18292799

[illegible]

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - B
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L Be ppm 0.02	ME-MS61L Bi ppm 0.005	ME-MS61L Ca % 0.01	ME-MS61L Cd ppm 0.005	ME-MS61L Ce ppm 0.01	ME-MS61L Co ppm 0.005	ME-MS61L Cr ppm 0.3	ME-MS61L Cs ppm 0.01	ME-MS61L Cu ppm 0.02	ME-MS61L Fe % 0.002	ME-MS61L Ga ppm 0.05	ME-MS61L Ge ppm 0.05	ME-MS61L Hf ppm 0.004	ME-MS61L In ppm 0.005	ME-MS61L K % 0.01	
STANDARDS																	
AmmSO4																	
AmmSO4																	
AmmSO4																	
AmmSO4																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	
CS310-7																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	
CS311-3																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	
CS311-3																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	
CS910-4																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	
KZK-1																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	
NBM-1																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	
NCSZC73007																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	
OREAS 920																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	
SY-4																	
SY-4																	
Target Range - Lower Bound																	
Upper Bound																	

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - C
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L La ppm 0.005	ME-MS61L Li ppm 0.2	ME-MS61L Mg %	ME-MS61L Mn ppm 0.2	ME-MS61L Mo ppm 0.02	ME-MS61L Na %	ME-MS61L Nb ppm 0.005	ME-MS61L Ni ppm 0.08	ME-MS61L P %	ME-MS61L Pb ppm 0.01	ME-MS61L Rb ppm 0.02	ME-MS61L Re ppm 0.002	ME-MS61L S %	ME-MS61L Sb ppm 0.02	ME-MS61L Sc ppm 0.01
AmmSO4																
AmmSO4																
AmmSO4																
AmmSO4																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
GS310-7																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
GS311-3																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
GS311-3																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
GS910-4																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
KZK-1																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
NBM-1																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
NCSZC73007																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
OREAS 920																
Target Range - Lower Bound		47.7	30.0	1.36	589	0.45	0.654	17.65	39.2	0.071	24.2	181.0	<0.002	0.04	1.39	14.55
Upper Bound		41.5	26.0	1.23	540	0.39	0.569	15.65	37.5	0.064	21.1	158.5	<0.002	<0.01	1.25	12.85
SY-4		50.7	32.2	1.53	660	0.53	0.697	19.15	46.1	0.080	25.9	193.5	0.004	0.05	1.73	15.75
SY-4																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 2 - D
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61 L Se ppm	ME-MS61 L Sn ppm	ME-MS61 L Sr ppm	ME-MS61 L Ta ppm	ME-MS61 L Te ppm	ME-MS61 L Th ppm	ME-MS61 L Ti %	ME-MS61 L Tl ppm	ME-MS61 L U ppm	ME-MS61 L V ppm	ME-MS61 L W ppm	ME-MS61 L Y ppm	ME-MS61 L Zn ppm	ME-MS61 L Zr ppm
AmmSO4		0.2	0.02	0.02	0.01	0.04	0.004	0.001	0.004	0.01	0.1	0.008	0.01	0.2	0.1
AmmSO4															
AmmSO4															
AmmSO4															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
CS310-7															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
CS311-3															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
CS311-3															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
CS910-4															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
KZK-1															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
NBM-1															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
NCSZC73007															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
OREAS 920		0.4	5.06	82.3	1.31	0.04	19.55	0.483	0.936	3.85	97.0	3.13	34.7	119.0	157.0
Target Range - Lower Bound		<0.2	4.52	73.8	1.21	<0.04	17.35	0.438	0.778	3.36	87.2	2.64	29.9	104.0	128.5
Upper Bound		0.8	5.56	90.2	1.51	0.08	21.2	0.538	1.060	4.12	107.0	3.58	36.5	128.0	174.0
SY-4															
SY-4															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															

STANDARDS

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 3 - A
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	S-IR08 S %	S-ICP19 S %	S-CAL19 S %	C-IR07 C %	C-IR06 C organi %	C-CAL04 C inorga %	OA-VOL08EU NP tCaCO3/1kt	OA-VOL08EU AP tCaCO3/1kt	OA-VOL08EU AP Max tCaCO3/1kt	OA-VOL08EU NP tCaCO3/1kt	ME-MS61L Ag ppm	ME-MS61L Al %	ME-MS61L As ppm	ME-MS61L Ba ppm
BLANK															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
18GA01TP sammanslagning 4-8															
DUP															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
18GA02TP sammanslagning 2-4															
DUP															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 3 - B
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L Be ppm 0.02	ME-MS61L Bi ppm 0.005	ME-MS61L Ca % 0.01	ME-MS61L Cd ppm 0.005	ME-MS61L Ce ppm 0.01	ME-MS61L Co ppm 0.005	ME-MS61L Cr ppm 0.3	ME-MS61L Cs ppm 0.01	ME-MS61L Cu ppm 0.02	ME-MS61L Fe % 0.002	ME-MS61L Ga ppm 0.05	ME-MS61L Ge ppm 0.05	ME-MS61L Hf ppm 0.004	ME-MS61L In ppm 0.005	ME-MS61L K % 0.01
BLANK																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
BLANK																
Target Range - Lower Bound		<0.02	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.008	<0.3	<0.01	<0.02	<0.002	<0.05	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01
Upper Bound		<0.02	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.3	<0.01	<0.02	<0.002	<0.05	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01
BLANK		0.04	0.010	0.02	0.010	0.02	0.010	0.6	0.02	0.04	0.004	0.10	0.10	0.008	0.010	0.02
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
18GA01TP sammanslagning 4-8																
DUP																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
18GA02TP sammanslagning 2-4																
DUP		1.56	0.045	3.57	0.038	66.4	22.8	84.3	0.66	77.2	5.39	18.20	0.13	2.42	0.057	1.91
Target Range - Lower Bound		1.49	0.054	3.46	0.016	63.0	22.6	81.9	0.68	74.5	5.33	18.00	0.11	2.40	0.042	1.87
Upper Bound		1.62	0.057	3.70	0.033	67.9	23.8	87.6	0.71	78.5	5.63	19.05	0.18	2.53	0.057	1.99

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebryn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 3 - C
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L La ppm 0.005	ME-MS61L Li ppm 0.2	ME-MS61L Mg %	ME-MS61L Mn ppm 0.2	ME-MS61L Mo ppm 0.02	ME-MS61L Na %	ME-MS61L Nb ppm 0.005	ME-MS61L Ni ppm 0.08	ME-MS61L P %	ME-MS61L Pb ppm 0.01	ME-MS61L Rb ppm 0.02	ME-MS61L Re ppm 0.002	ME-MS61L S %	ME-MS61L Sb ppm 0.02	ME-MS61L Sc ppm 0.01
BLANK																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
BLANK																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
18GA01TP sammanslagning 4-8																
DUP																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																
18GA02TP sammanslagning 2-4																
DUP																
Target Range - Lower Bound																
Upper Bound																

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebryn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 3 - D
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L Se ppm 0.2	ME-MS61L Sn ppm 0.02	ME-MS61L Sr ppm 0.02	ME-MS61L Ta ppm 0.01	ME-MS61L Te ppm 0.04	ME-MS61L Th ppm 0.004	ME-MS61L Ti % 0.001	ME-MS61L Ti ppm 0.004	ME-MS61L U ppm 0.01	ME-MS61L V ppm 0.1	ME-MS61L W ppm 0.008	ME-MS61L Y ppm 0.01	ME-MS61L Zn ppm 0.2	ME-MS61L Zr ppm 0.1
BLANK															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
BLANK															
Target Range - Lower Bound		0.4	0.02	<0.02	<0.01	<0.04	<0.004	<0.001	<0.004	<0.01	<0.1	<0.008	<0.01	0.2	<0.1
Upper Bound		<0.2	<0.02	<0.02	<0.01	<0.04	<0.004	<0.001	<0.004	<0.01	<0.1	<0.008	<0.01	<0.2	<0.1
BLANK		0.4	0.04	0.04	0.02	0.08	0.008	0.002	0.008	0.02	0.2	0.016	0.02	0.4	0.2
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
BLANK															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
18GA01TP sammanslagning 4-8															
DUP															
Target Range - Lower Bound															
Upper Bound															
18GA02TP sammanslagning 2-4															
DUP		<0.2	1.20	262	0.52	0.06	4.54	0.489	0.190	1.31	139.5	0.553	23.8	37.0	87.2
Target Range - Lower Bound		0.5	1.17	257	0.49	0.04	4.07	0.474	0.176	1.23	134.5	0.501	22.7	35.4	86.6
Upper Bound		<0.2	1.11	247	0.47	<0.04	4.09	0.456	0.165	1.20	130.0	0.479	22.1	34.2	80.3
BLANK		0.4	1.26	272	0.54	0.08	4.52	0.507	0.201	1.34	144.0	0.575	24.4	38.2	93.5

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 4 - A
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	S-IR08 S %	S-ICP19 S %	S-CAL19 S %	C-IR07 C %	C-IR06 C organi %	C-CAL04 C inorga %	OA-VOL08EU NP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU AP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU AP Max tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU NPR Unity	OA-VOL08EU NNP tCaCO3/1Kt	ME-MS61L Ag ppm	ME-MS61L Al %	ME-MS61L As ppm	ME-MS61L Ba ppm
18GA027P sammanslagning 5-7 DUP		0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.01									
Target Range - Lower Bound		<0.01	<0.01	<0.01	0.10	0.12										
Upper Bound		0.02	0.02	0.02	0.13											
Ytjord provbrytning 0-5cm DUP			0.34		9.54								0.153	5.28	3.33	134
Target Range - Lower Bound			0.35		9.51								0.163	5.38	3.38	136
Upper Bound			0.32		9.28								0.148	5.05	3.14	124
			0.37		9.77								0.168	5.61	3.57	146
Aldre provbrytning 5-20cm DUP		0.13	0.14	<0.01	1.25	1.12	0.13									
Target Range - Lower Bound		0.13	0.13	<0.01	1.30	1.08	0.22									
Upper Bound		0.12	0.12	<0.01	1.23	1.06	0.16									
		0.14	0.15	0.02	1.32	1.14	0.19									

DUPLICATES

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: **4 - B**
Total # Pages: **4 (A - D)**
Plus Appendix Pages
Finalized Date: **7-DEC-2018**
Account: **GOLDAS**

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L Be ppm 0.02	ME-MS61L Bi ppm 0.005	ME-MS61L Ca % 0.01	ME-MS61L Cd ppm 0.005	ME-MS61L Ce ppm 0.01	ME-MS61L Co ppm 0.005	ME-MS61L Cr ppm 0.3	ME-MS61L Cs ppm 0.01	ME-MS61L Cu ppm 0.02	ME-MS61L Fe % 0.002	ME-MS61L Ga ppm 0.05	ME-MS61L Ge ppm 0.05	ME-MS61L Hf ppm 0.004	ME-MS61L In ppm 0.005	ME-MS61L K % 0.01
DUPLICATES																
18GA027P sammanslagning 5-7 DUP Target Range - Lower Bound Upper Bound																
Ytjord provbrytning 0-5cm DUP Target Range - Lower Bound Upper Bound		0.51	0.121	2.88	0.126	25.2	21.6	116.5	1.99	257	10.85	13.60	0.13	1.320	0.041	0.50
		0.51	0.141	2.93	0.103	25.1	21.8	122.5	1.92	259	11.00	14.35	0.14	1.270	0.043	0.51
		0.46	0.119	2.75	0.104	23.9	20.6	113.0	1.85	249	10.40	13.25	0.08	1.225	0.035	0.47
		0.56	0.143	3.06	0.125	26.4	22.8	126.0	2.06	267	11.45	14.70	0.19	1.365	0.049	0.54
Aldre provbrytning 5-20cm DUP Target Range - Lower Bound Upper Bound																

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: **GOLDER ASSOCIATES AB**
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 4 - C
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L La ppm 0.005	ME-MS61L Li ppm 0.2	ME-MS61L Mg %	ME-MS61L Mn ppm 0.2	ME-MS61L Mo ppm 0.02	ME-MS61L Na %	ME-MS61L Nb ppm 0.005	ME-MS61L Ni ppm 0.08	ME-MS61L P %	ME-MS61L Pb ppm 0.01	ME-MS61L Rb ppm 0.02	ME-MS61L Re ppm 0.002	ME-MS61L S %	ME-MS61L Sb ppm 0.02	ME-MS61L Sc ppm 0.01
DUPLICATES																
18GA027P sammanslagning 5-7 DUP Target Range - Lower Bound Upper Bound		10.40	4.3	2.83	1000	0.78	2.35	5.49	39.9	0.083	12.15	26.4	0.010	0.33	0.19	28.7
		10.40	4.4	2.85	1010	0.74	2.37	5.86	41.6	0.085	12.45	26.6	0.013	0.35	0.22	29.4
	Target Range - Lower Bound	9.88	3.9	2.69	955	0.70	2.24	5.39	38.6	0.079	11.70	25.2	0.009	0.31	0.17	27.6
	Upper Bound	10.95	4.8	2.99	1055	0.82	2.48	5.96	42.9	0.089	12.95	27.8	0.014	0.37	0.24	30.5
Aldre provbrytning 5-20cm DUP Target Range - Lower Bound Upper Bound																

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: 4 - D
Total # Pages: 4 (A - D)
Plus Appendix Pages
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61L	Se ppm	0.2	ME-MS61L	Sn ppm	0.02	ME-MS61L	Sr ppm	0.02	ME-MS61L	Ta ppm	0.01	ME-MS61L	Te ppm	0.04	ME-MS61L	Th ppm	0.004	ME-MS61L	Ti %	0.001	ME-MS61L	Ti ppm	0.004	ME-MS61L	Tl ppm	0.079	2.85	207	0.206	17.30	54.0	40.8
18GA027P sammanslagning 5-7 DUP																																		
Target Range - Lower Bound																																		
Upper Bound																																		
Ytjord provbrytning 0-5cm DUP																																		
Target Range - Lower Bound																																		
Upper Bound																																		
Aldre provbrytning 5-20cm DUP																																		
Target Range - Lower Bound																																		
Upper Bound																																		

Comments: Samples were received on 19-Nov-2018 and the SSF/Request on 19-Nov-2018.



ALS Scandinavia AB
Hammarvagen 22
SE-943 36, Ojebyn
Phone: +46 911 65 800 Fax: +46 911 60 085
www.alsglobal.com/geochemistry

To: GOLDER ASSOCIATES AB
FE 211
838 80 FRÖSÖN

Page: Appendix 1
Total # Appendix Pages: 1
Finalized Date: 7-DEC-2018
Account: GOLDAS

Project: Nunasvaara, proj.nr. 1792948

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

QC CERTIFICATE OF ANALYSIS PI18292799

CERTIFICATE COMMENTS	
Applies to Method:	ANALYTICAL COMMENTS OA-VOL08EU Units: tCaCO3/1Kt = tCaCO3/1000t ore OA-VOL08EU ACCREDITATION COMMENTS The methods immediately below this line are ISO 17025:2005 Accredited. INAB Registration No: 173T C-IR07 S-IR08 
Applies to Method:	LABORATORY ADDRESSES Processed at ALS Pitea located at Hammarvagen 22, SE-943 36, Ojebyn, Sweden. CRU-31 CRU-QC LOG-22 PUL-QC SPL-21 WEI-21 Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland. C-CAL04 C-IR07 OA-VOL08EU S-CAL19 S-ICP19 PUL-31 ME-MS61L S-IR08

BILAGA J

Georadar

Bedrock Investigation with Ground Penetrating Radar in Nunasvaara, Version 2

Talga Resources

Date: 2019-06-11	Rev. Date: 2019-05-07	Project number: 840021
Author: Nils Sundström		
Reviewer: Jakob Johansson		

Table of Content

1	INTRODUCTION	1
2	FIELD WORK.....	1
3	METHOD.....	1
4	RESULTS AND DISCUSSIONS	2

APPENDIX

Appendix 1	Map of measurement lines (digital, dwg)
Appendix 2	Results of interpretation

1 INTRODUCTION

Mitta AB has on behalf of Talga Resources conducted a Ground Penetrating Radar (GPR) survey in Nutavaara. The aim was to investigate depth to bedrock along the measurement lines.

This report is an updated version of the report with the same name dated 2019-05-07. Additional reference information about soil layer thickness leading to new conclusions in the interpretation is the reason for the update.

Contact person at Talga during the project has been Tom Kearney.

2 FIELD WORK

Field work was conducted on April 2nd and 3rd 2019 by Jakob Johansson and Anton Laitila, Mitta AB.

A RAMAC system from Malå Geoscience with an unshielded antenna of a nominal frequency of 200 MHz was used. Measurement was taken each 10 cm and was triggered with a hipchain. Antenna position was continuously tracked by a GPS with an uncertainty of 2-5 meters. The survey was conducted from a snowmobile in winter conditions.

Five lines were included in the survey, Linje 2-5 and Linje 9, se Appendix 1. Total length of the lines was 2 745 m.

Reference information from drilling is available for points near the start of Linje 3 as well as near Linje 2 at 300 m and 960 m. This information are considered in the interpretation of GPR data.

3 METHOD

GPR is a non-destructive method used, for example, to investigate layers in the soil and depth to bedrock. Other applications of the method are identifying objects in the ground and mapping depths of lakes and rivers.

The antenna, consisting of a transmitter and a receiver, is an important piece of the GPR equipment. The transmitter transmits a signal within a specific frequency spectrum and the receiver registers reflected signals. The data are interpreted to obtain valuable information of the ground properties.

The method relies on the principles of electromagnetic waves, the GPR signals are affected by the electrical properties of the ground. The two most important electrical properties are electrical conductivity (σ) and electrical permittivity (ϵ). The higher electrical conductivity the more signal attenuation, for soil with high electrical conductivity, as for example, clay, the method is not applicable. A contrast between electrical permittivity of two soil layers is another necessary condition making the method applicable, this results in signal reflections. The surface of a soil layer or an object that the signals reflect from is called a reflector.

From a GPR survey, two-way travel times of the signals are obtained, i.e. the time it takes the signal to travel from the transmitter to the reflector and back to the receiver. To estimate the distance between the antenna and the reflector the radar wave propagation velocity must be known. The propagation velocity is related to the electrical permittivity, which often can be assumed when information of the soil properties is available. However, it can also be determined if the distance to the reflector is known at one or several reference points.

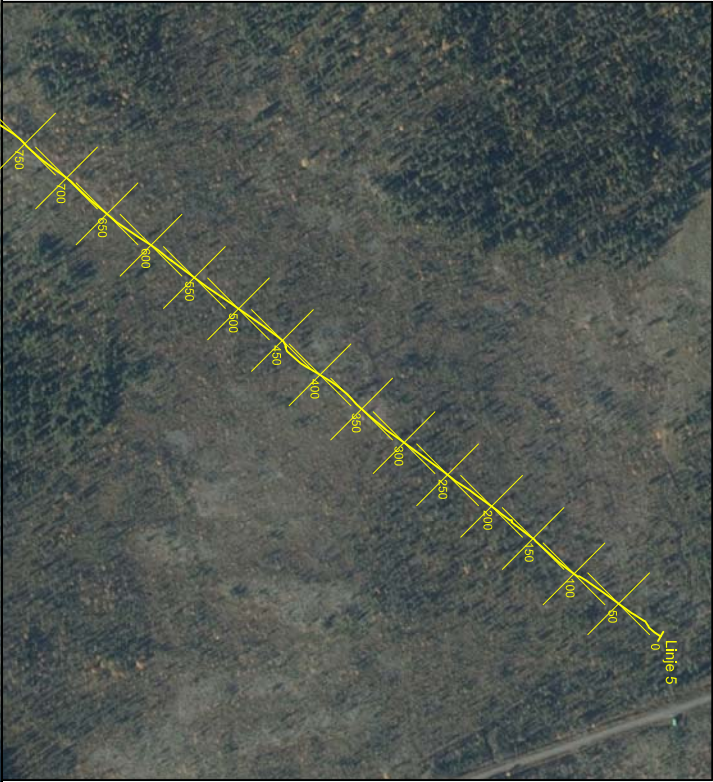
4 RESULTS AND DISCUSSIONS

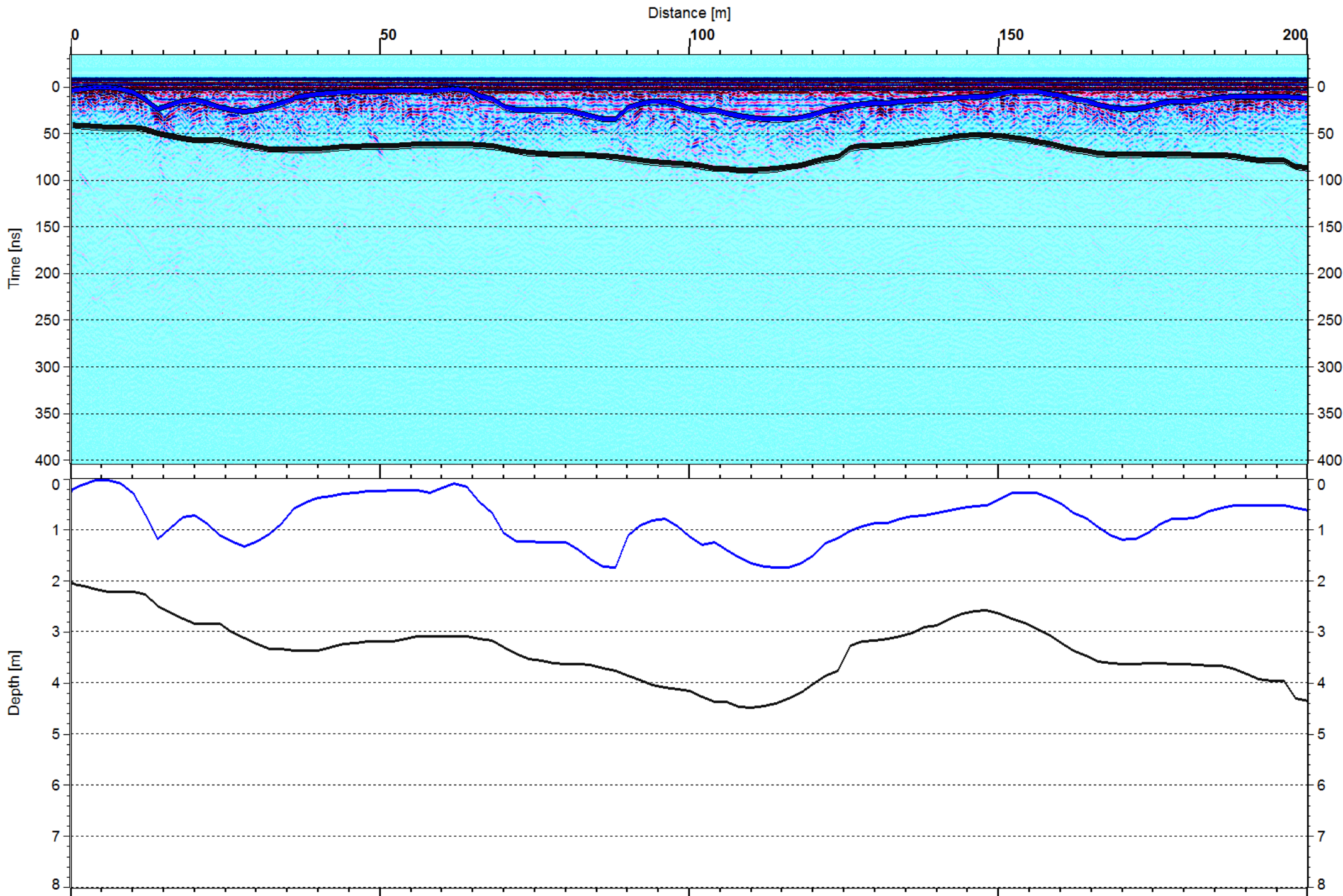
Data are interpreted with the software Geodoktor v.2.546. Before the interpretation DC-shift, gain and time zero correction were applied. Distance correction was also made using the GPS data.

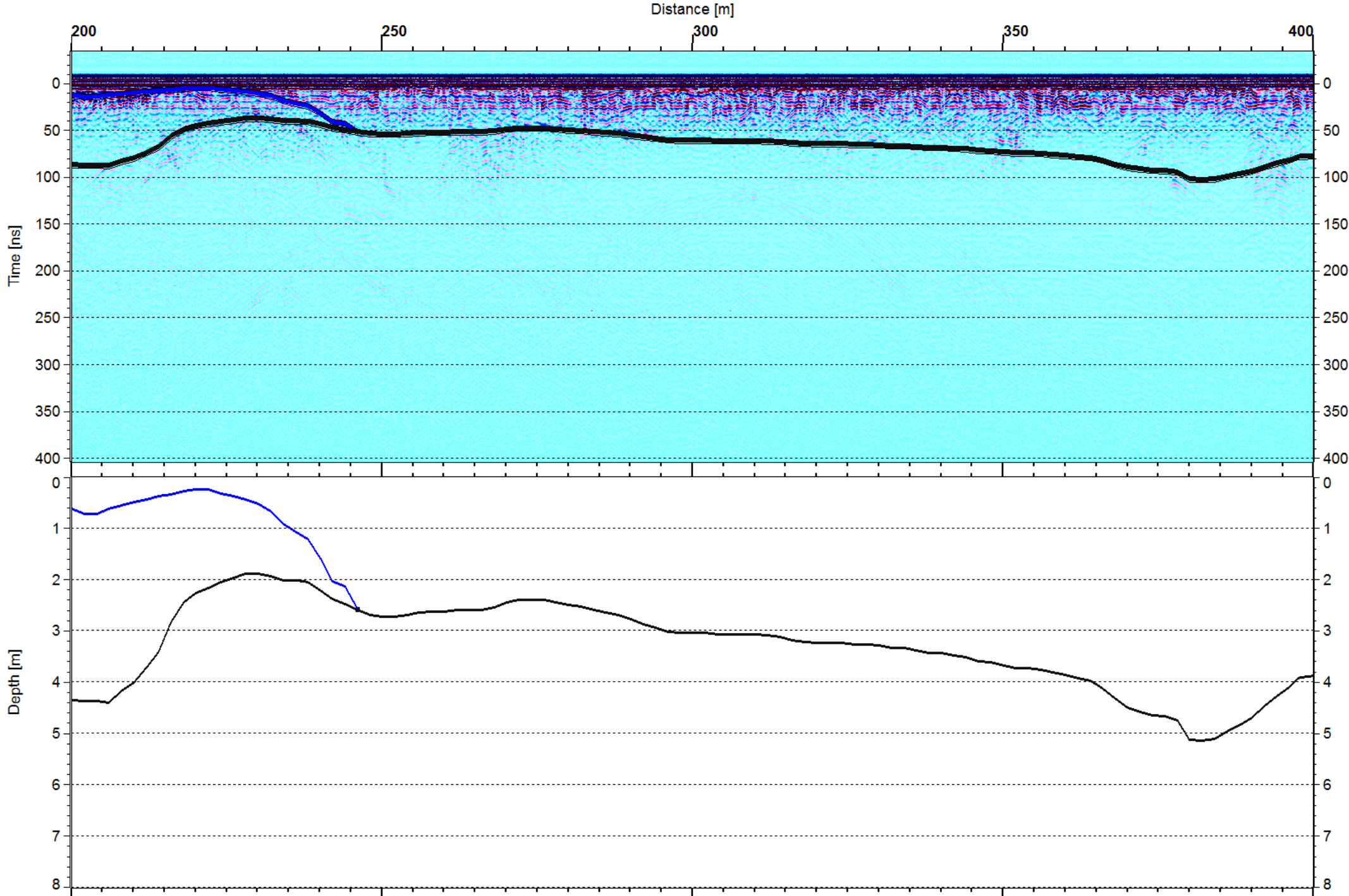
Correction for the snow layer was made as a constant correction based on observation in the field. Snow depth was estimated to be 4-5 dm and the electrical permittivity of the snow was assumed to be 4.

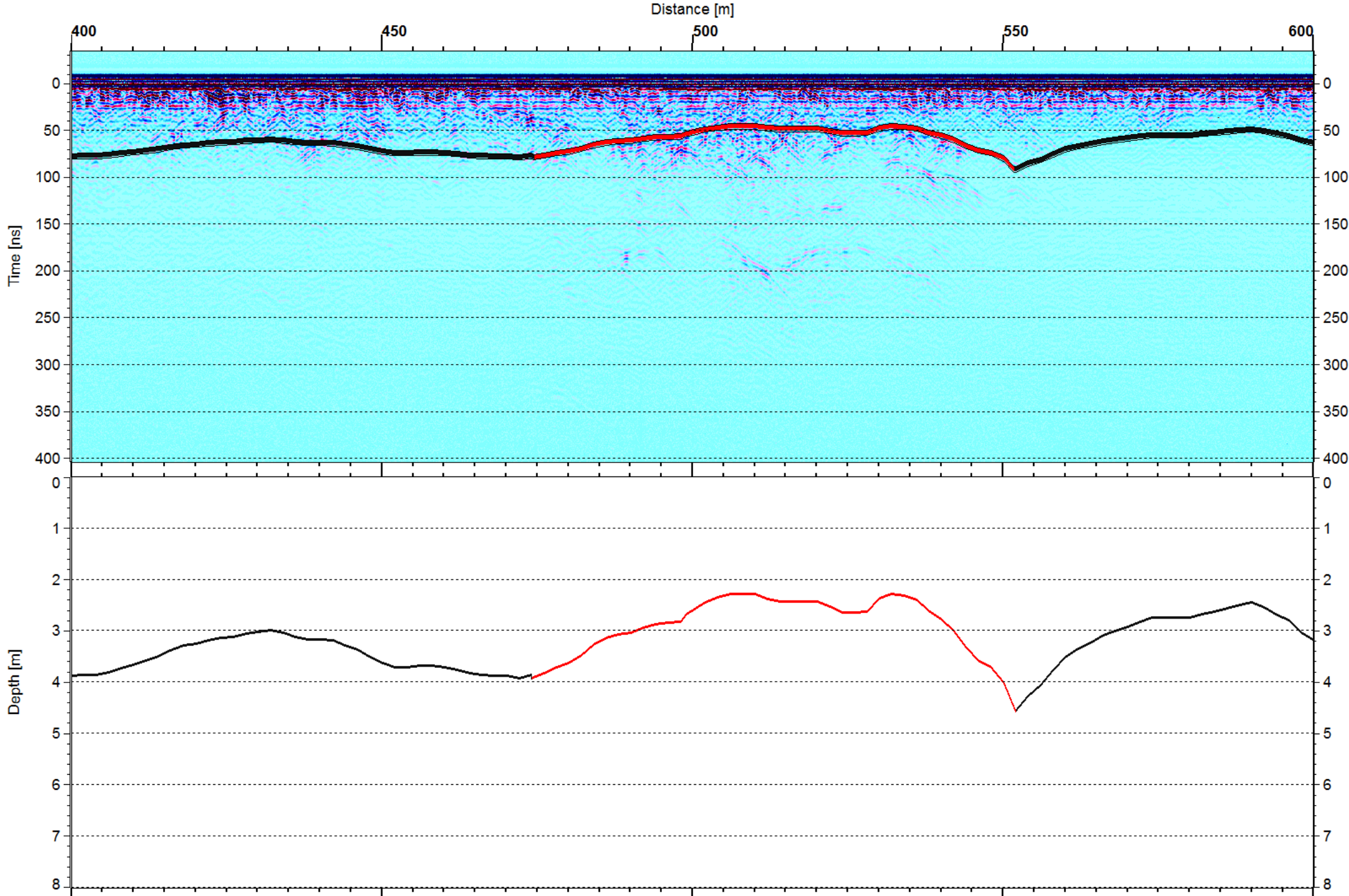
Interpretation of the depths are relying on assumption of electrical permittivity $\epsilon = 9$ (till) for all measurements except from the last 210 meters of Linje 3 where the permittivity was assumed to be 20 (mire).

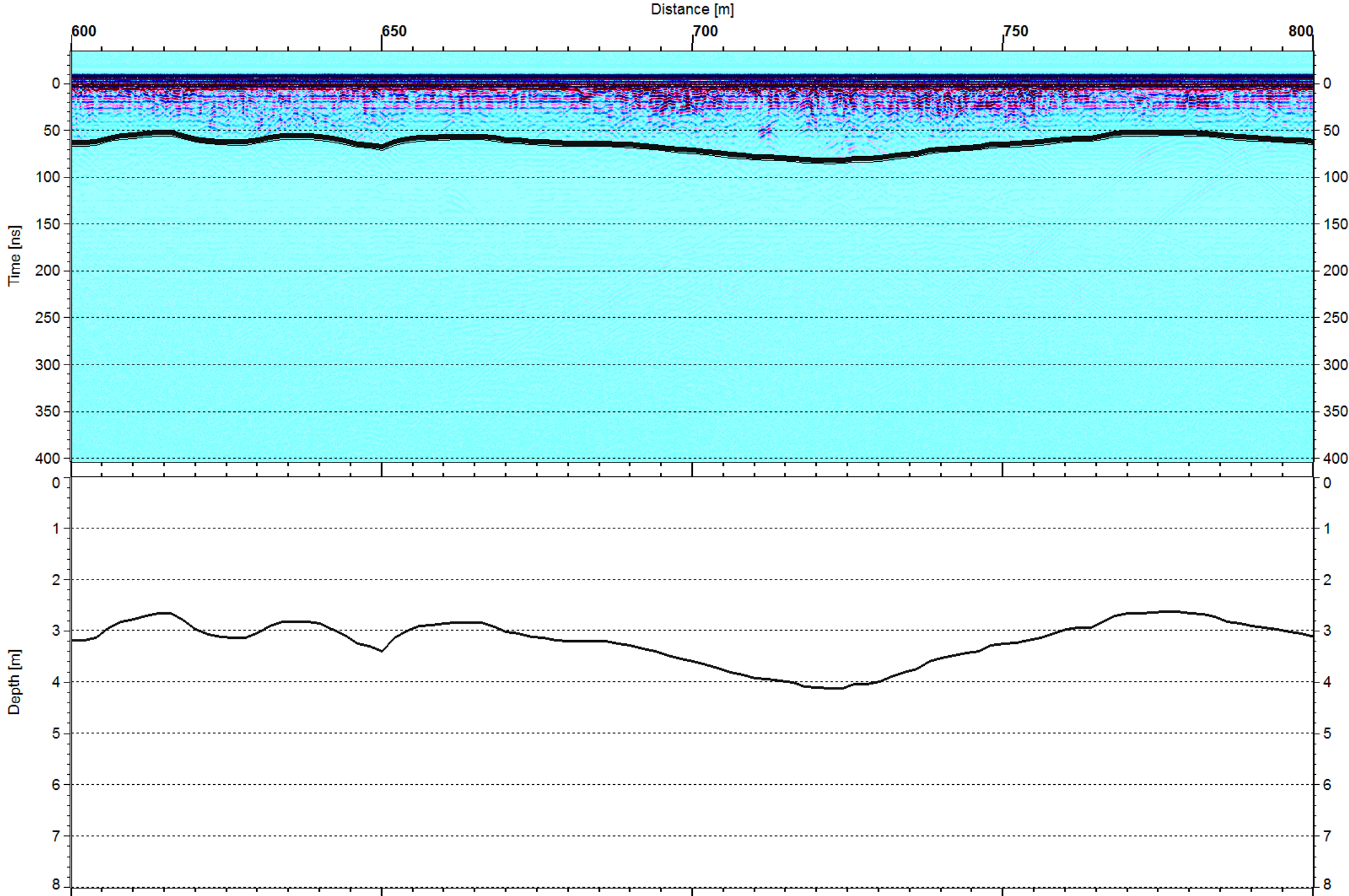
The results of the interpretation can be found in Appendix 2. Three types of classes of interpretation have been used. The first, where a reflection that is estimated to originate from the bedrock is marked; note that it will be possible that those reflections are from an interface between two soil layers and that the bedrock is deeper. The second class is where shallow reflections are interpreted to be from something else than the bedrock, in this case it is rather the radar penetration depth that is marked. This interpretation could be seen as a bedrock free area where the bedrock, most likely, laying deeper. However, at Linje 2 and 3 an additional layer has been marked as a third class. This reflection is thought to be the interface between two layers in the soil, but it is also possible that it is the reflection from the bedrock. The first class is marked with red, the second in black and the third in blue in the results (see Appendix 2).

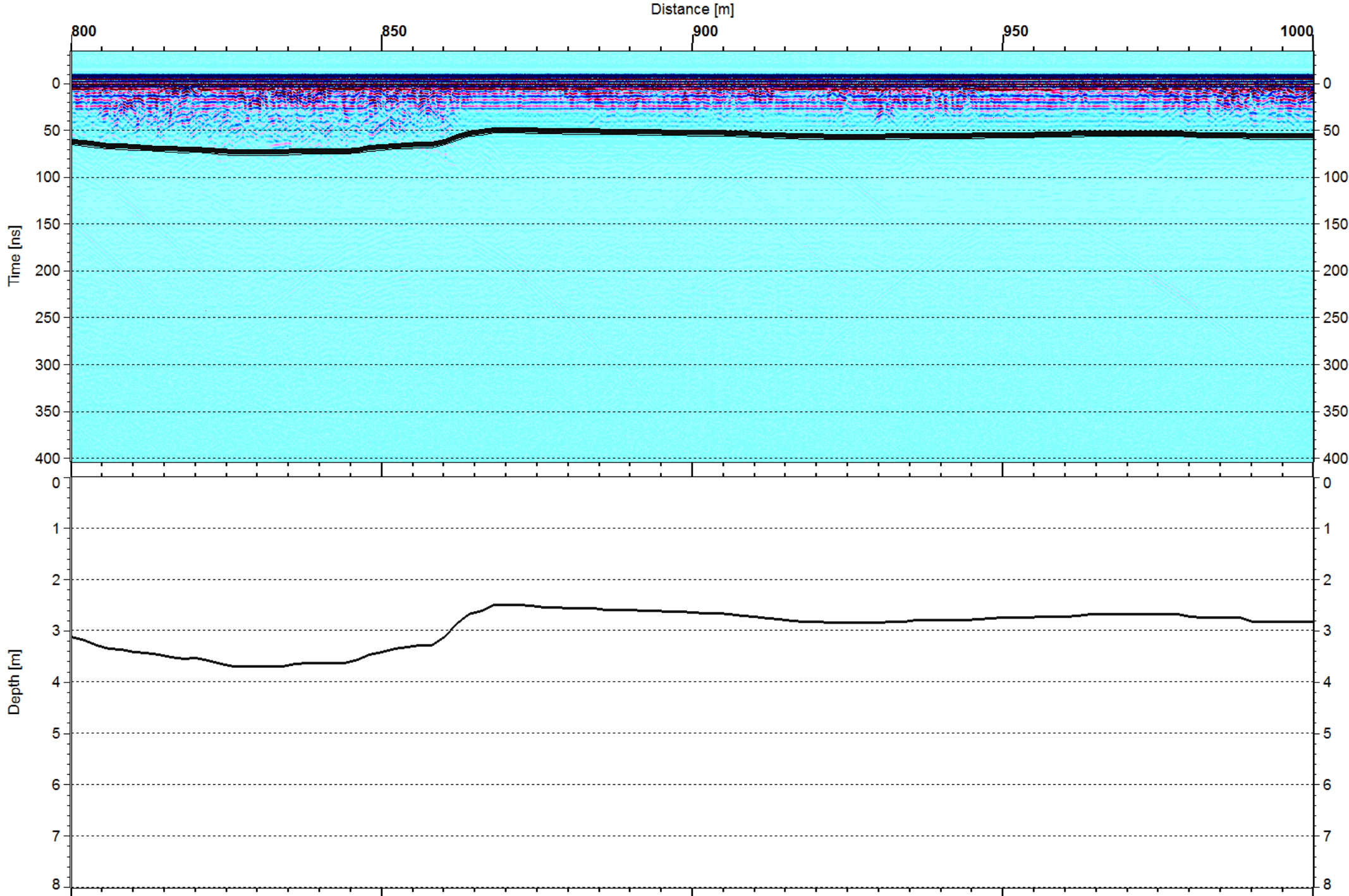


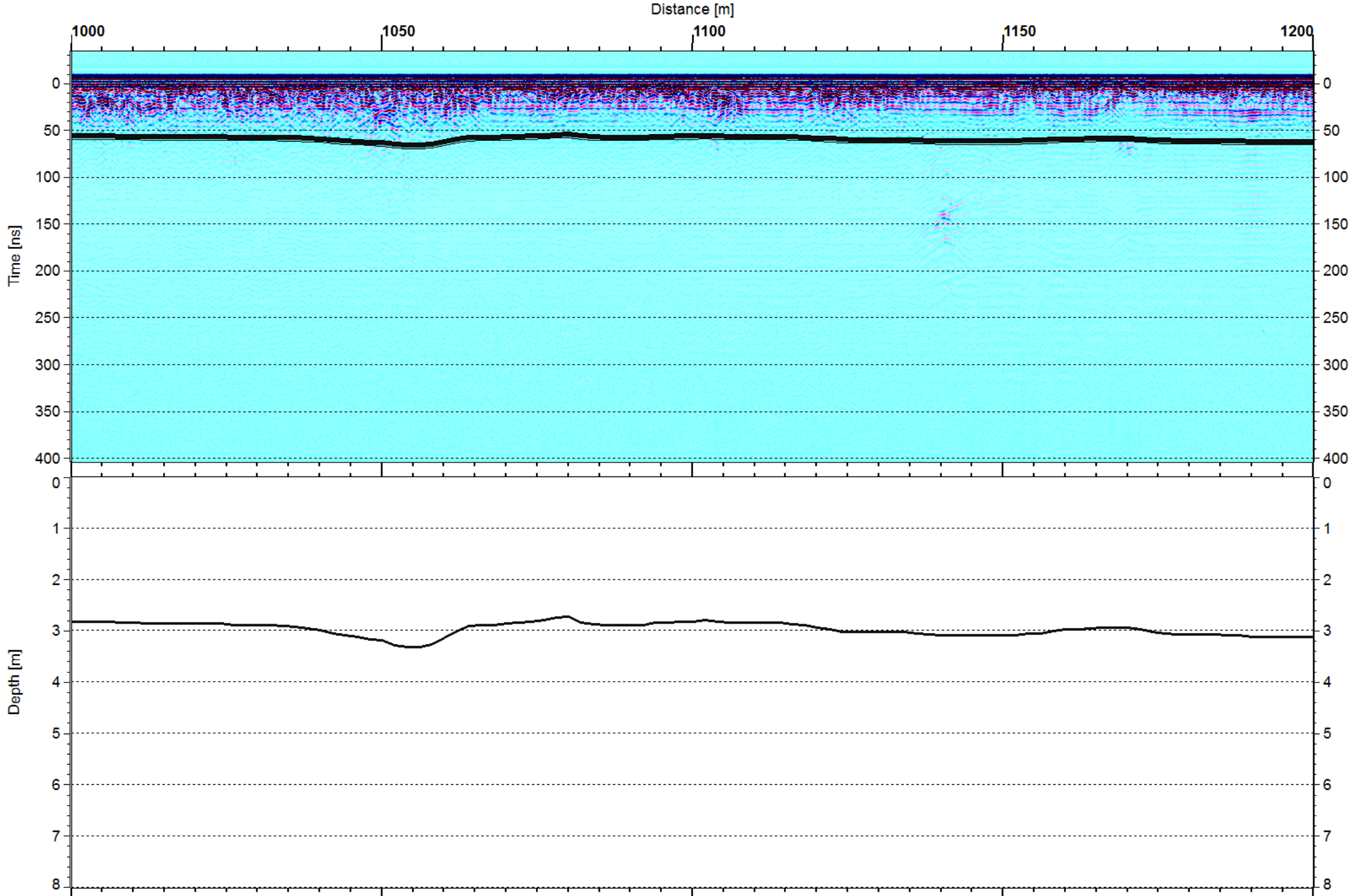


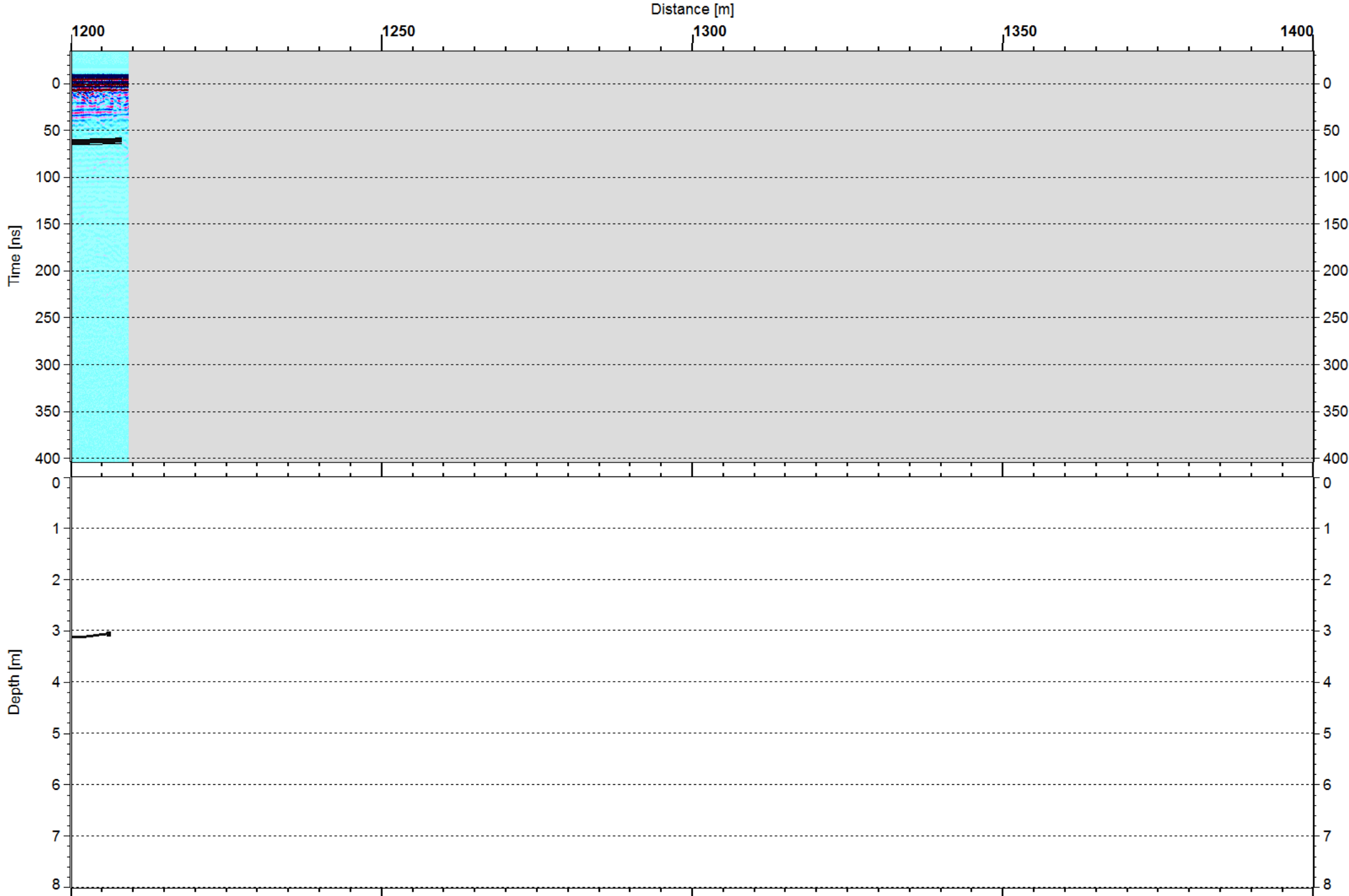


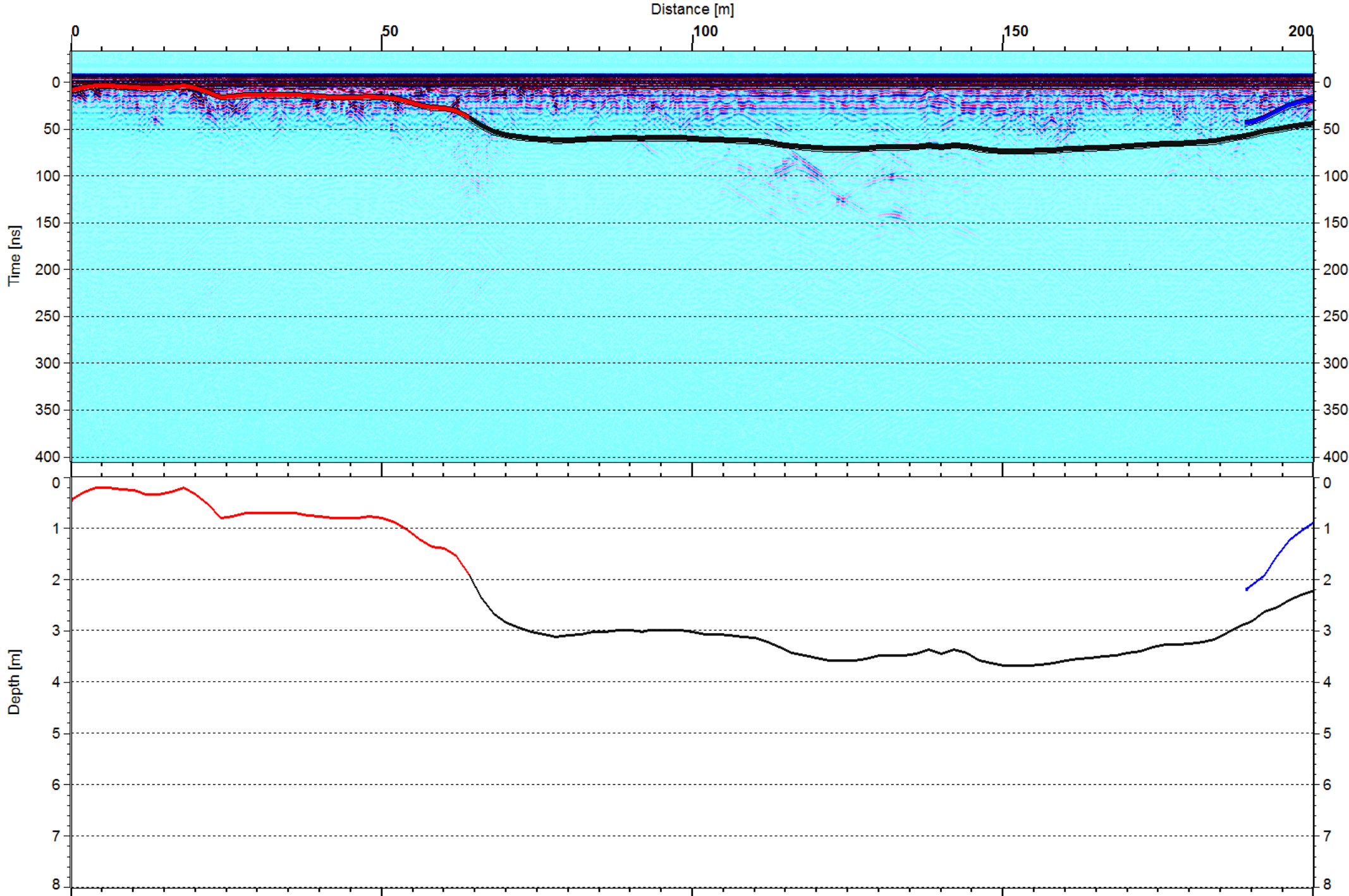


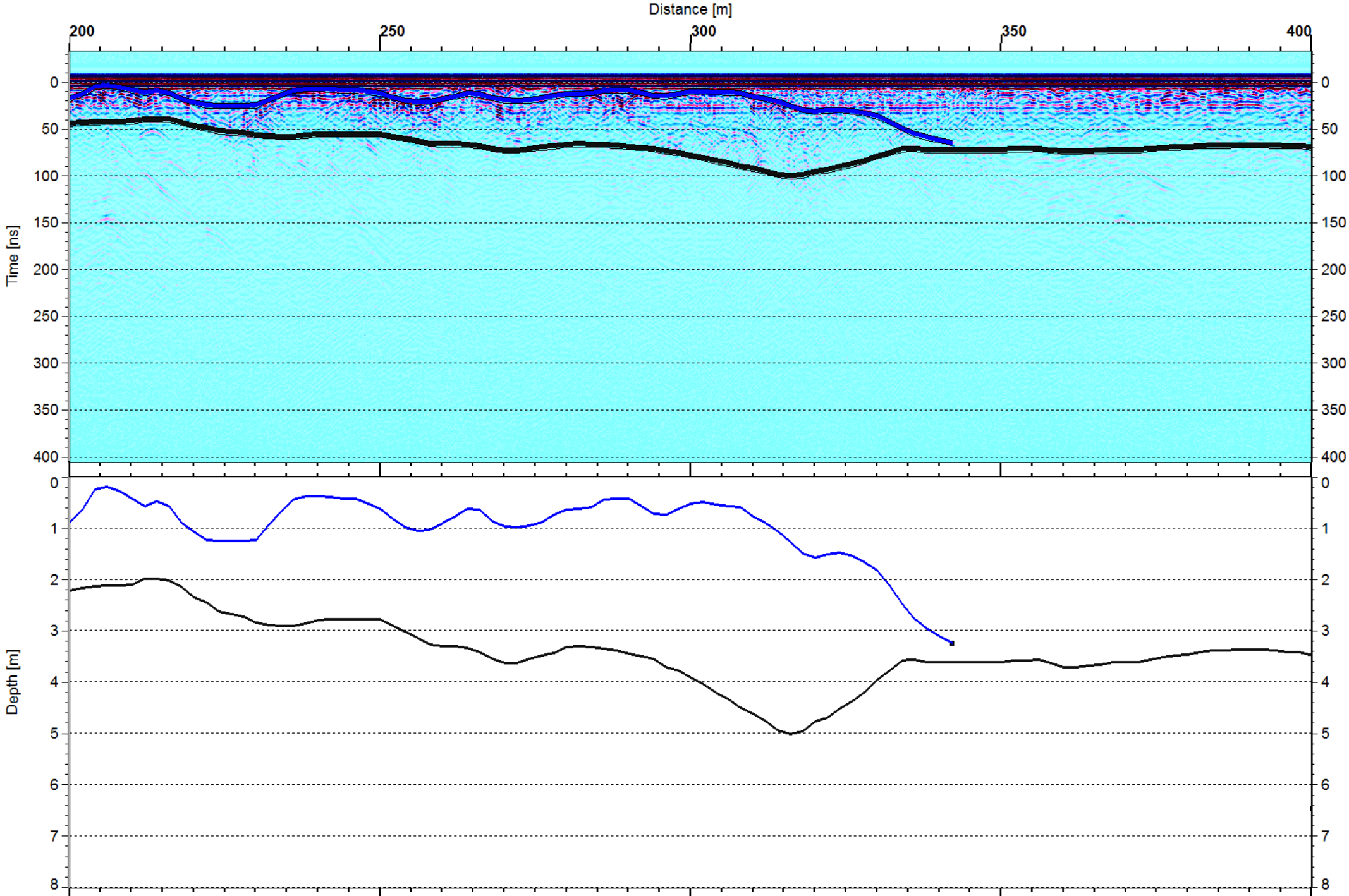


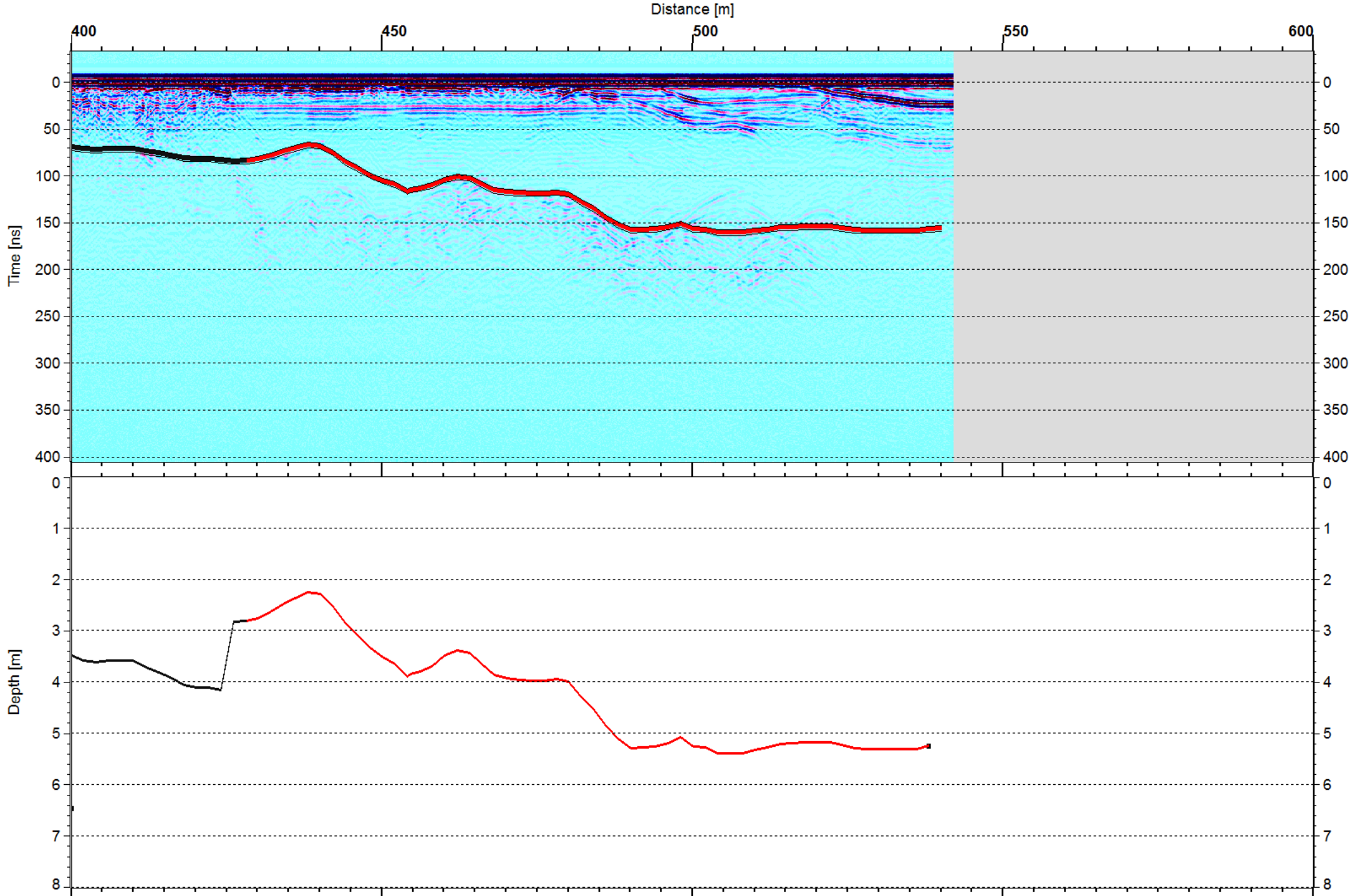


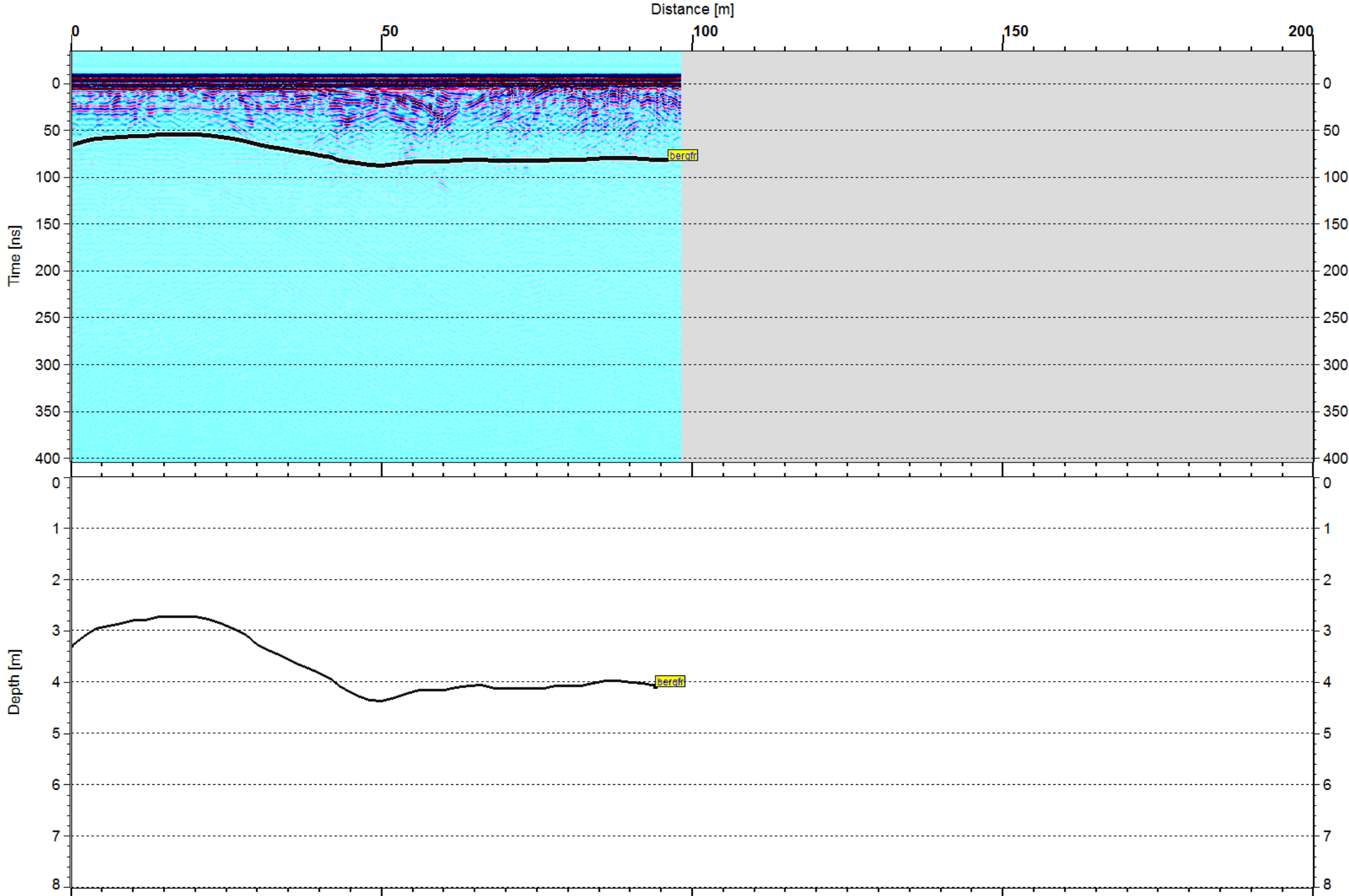


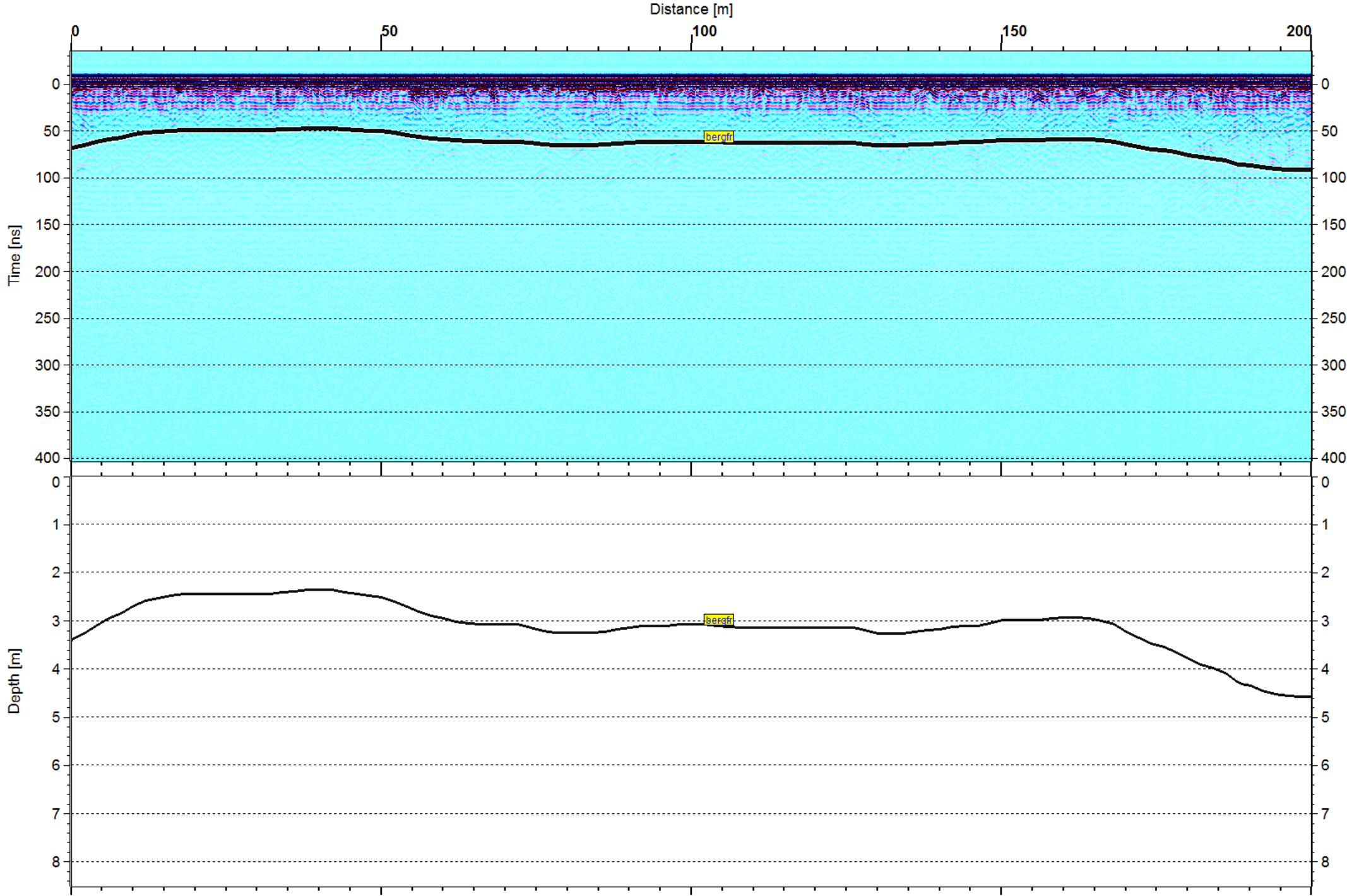


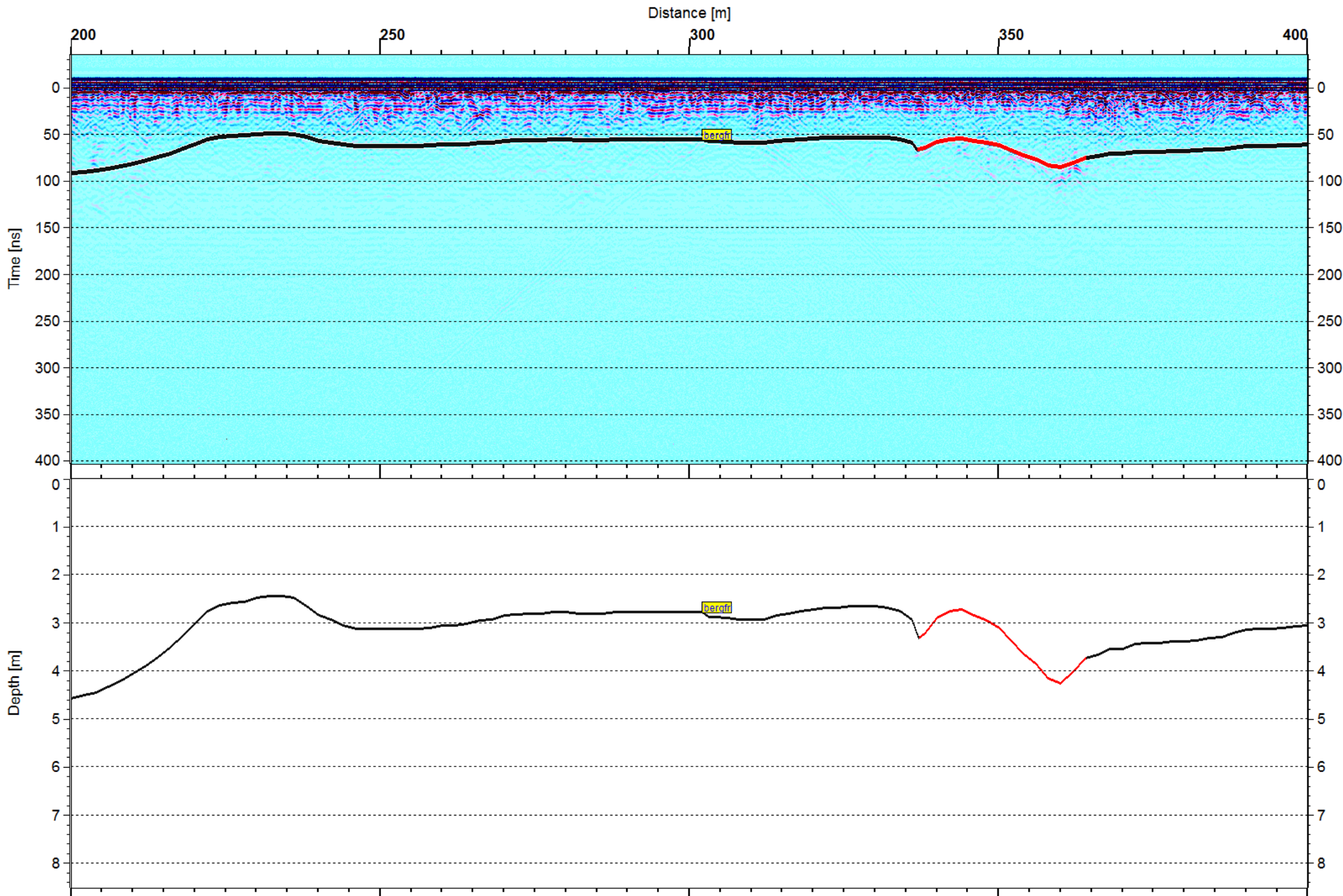


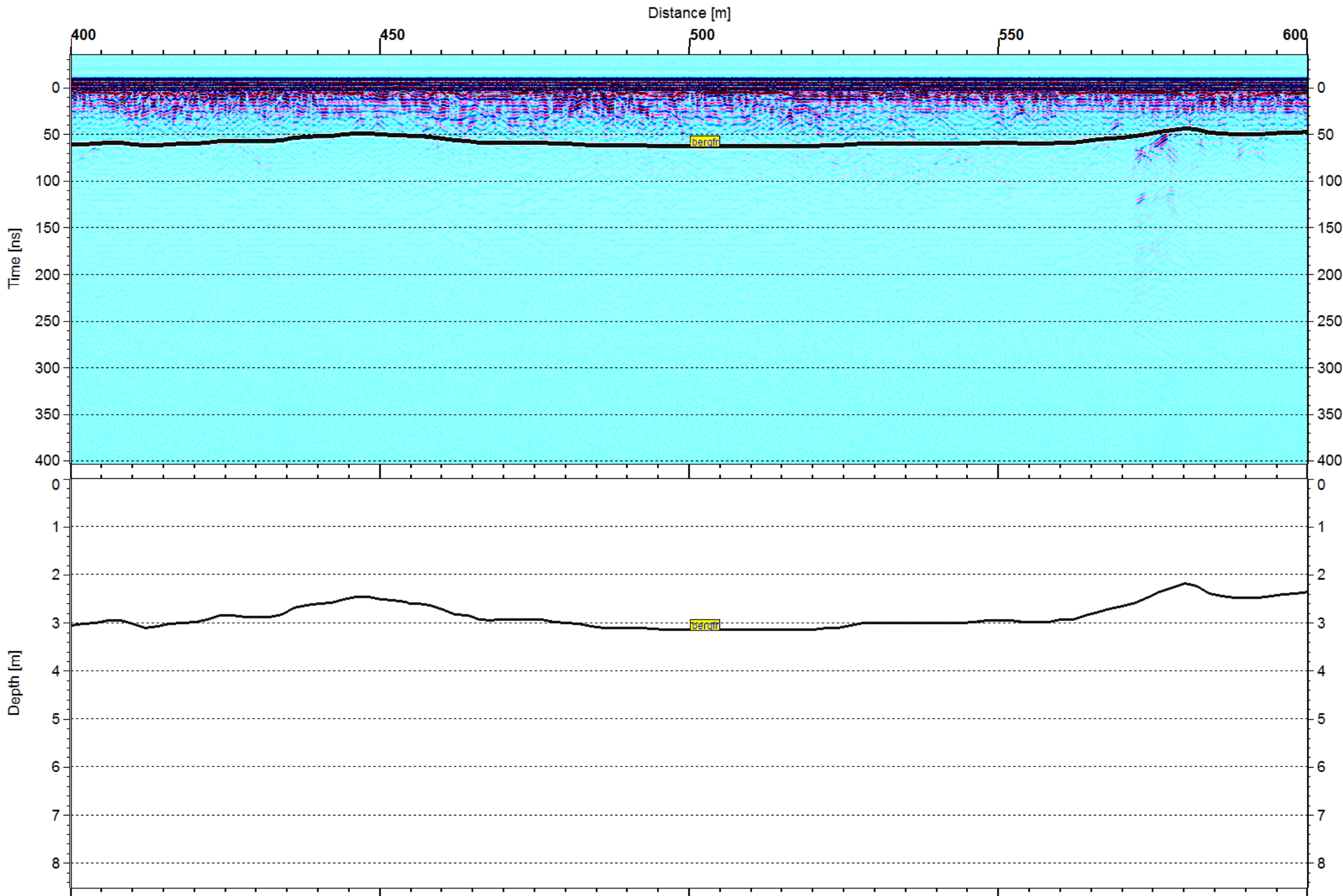




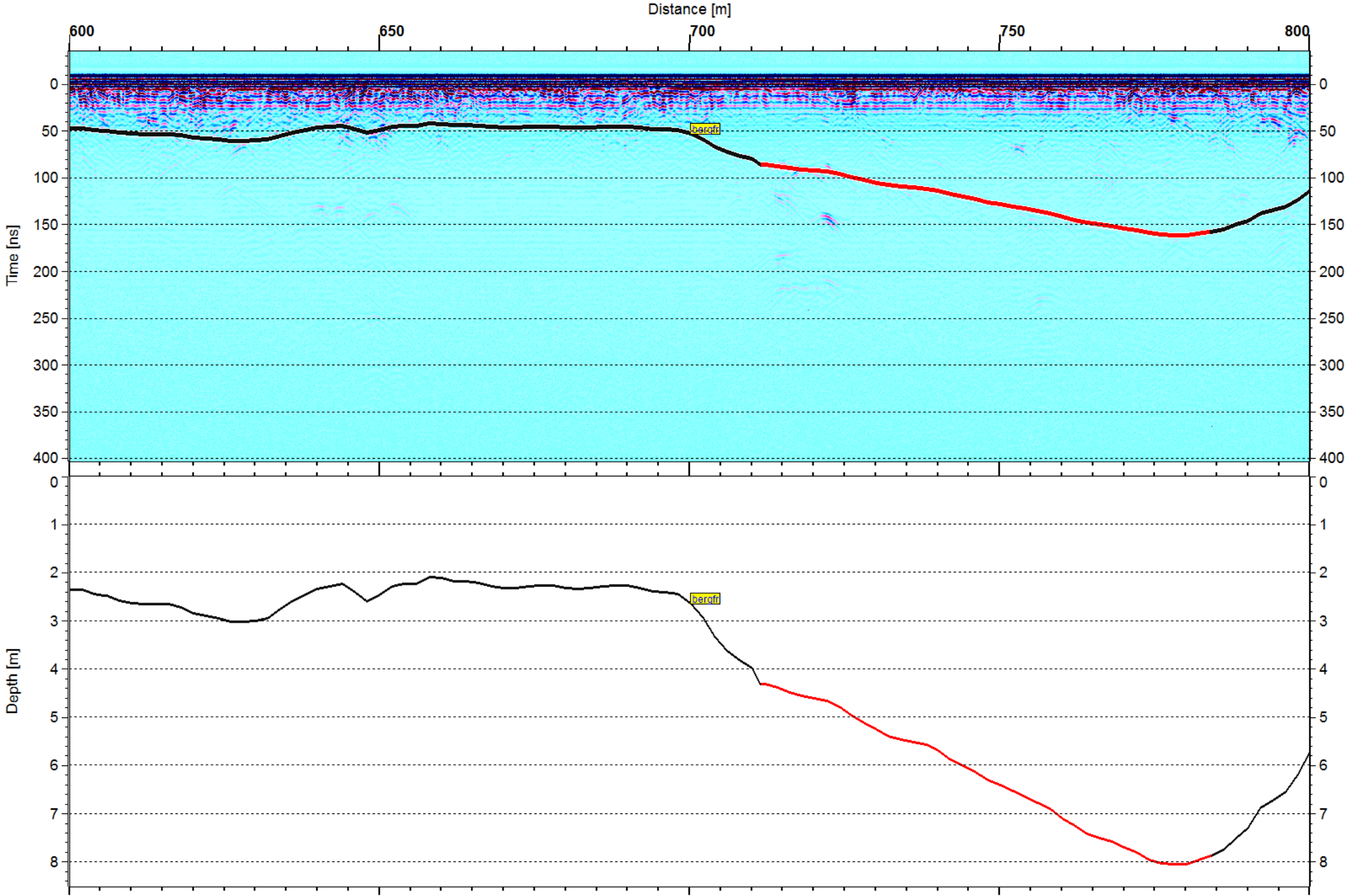


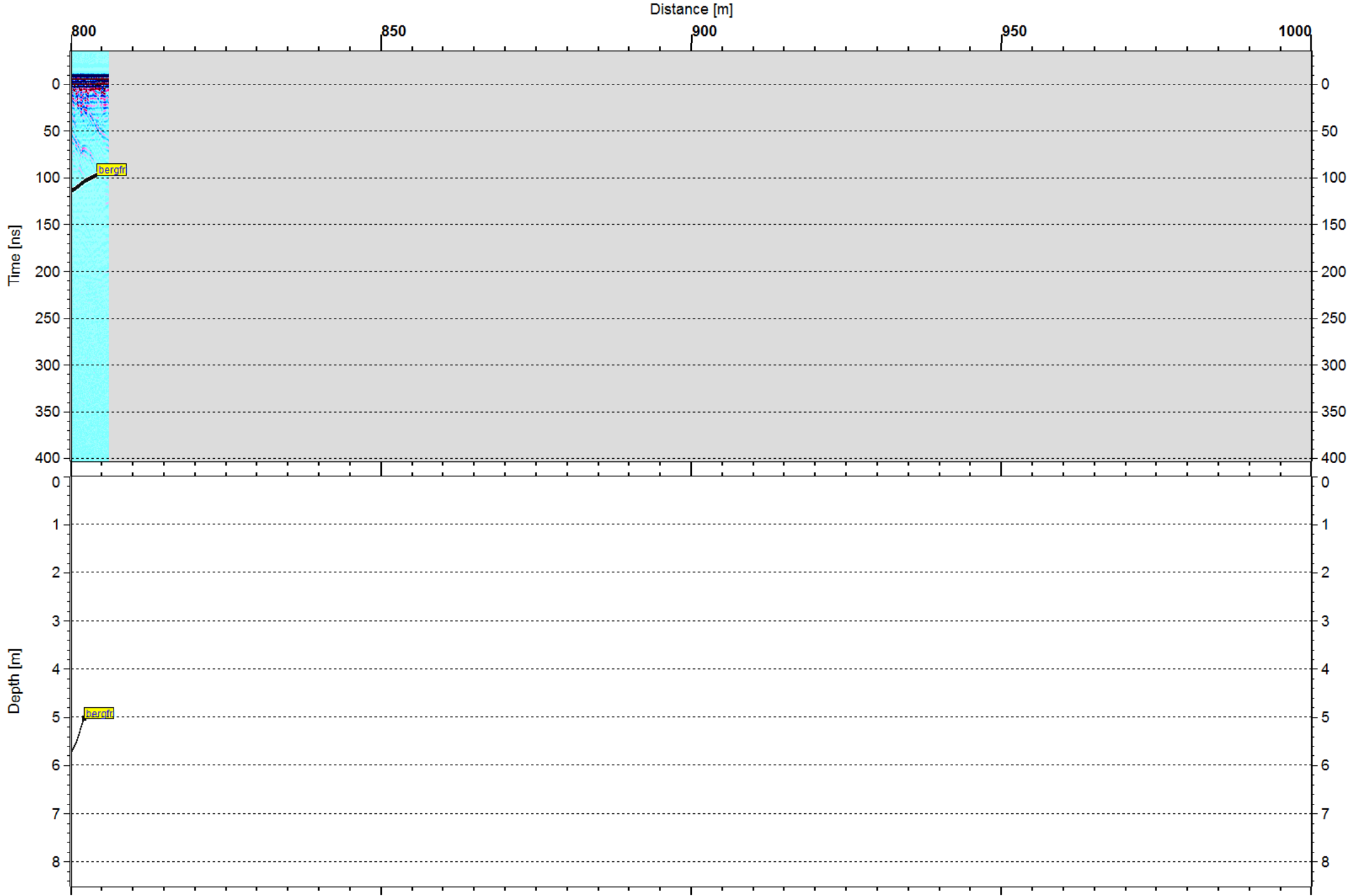


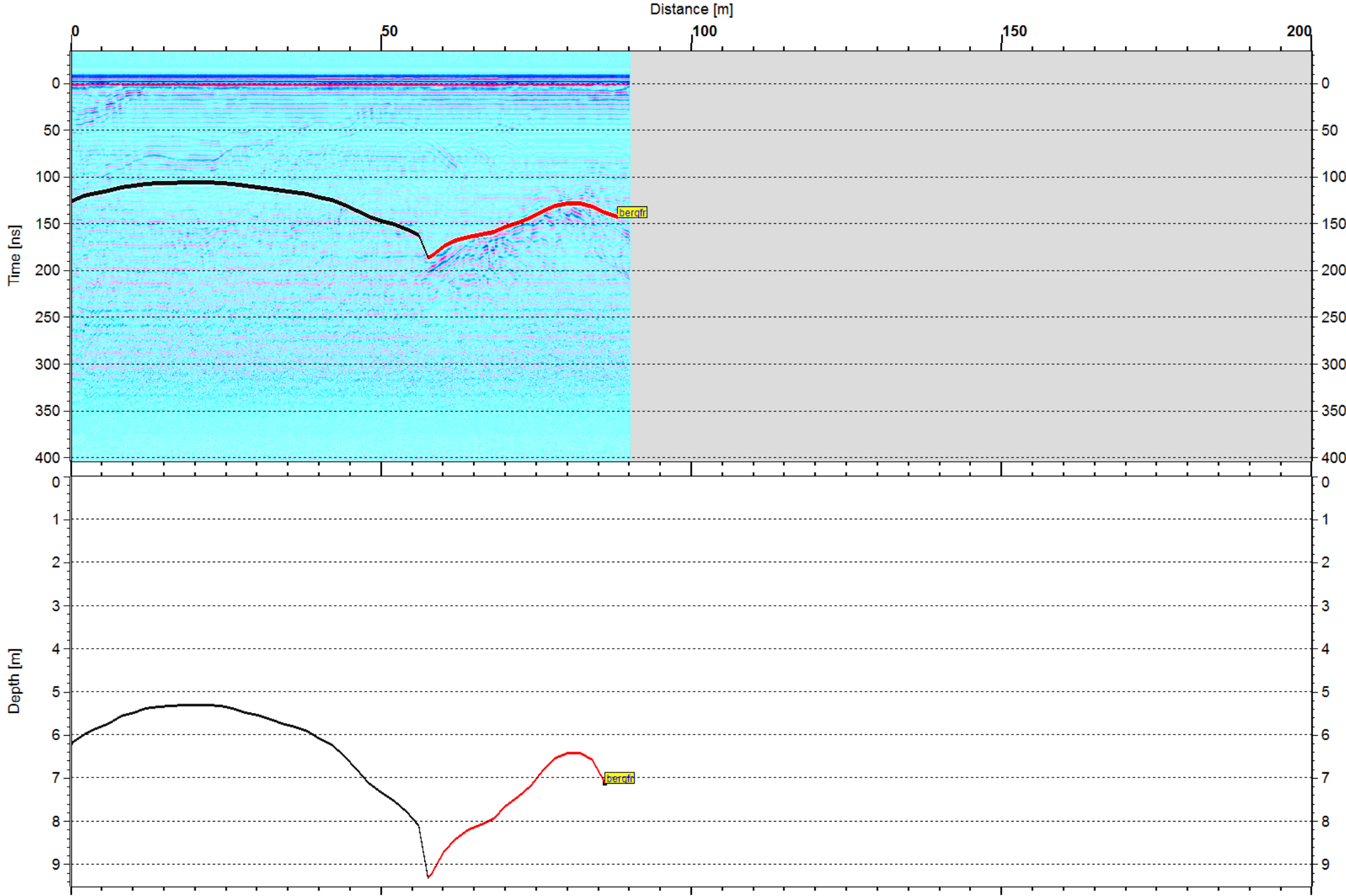




Linje 5









golder.com