

Til: Malvik kommune
v/ Tom-André Havnes
Kopi til: Regionalt Forskningsfond Trøndelag
Dato: 2021-08-20
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2023-05-23
Dokumentnr.: 20210083-01-TN
Prosjekt: BEAR (Bærekraftig Energi fra løsmAsser)
Prosjektleder: Sondre Gjengedal
Utarbeidet av: Priscilla Paniagua, Erika Solem
Kontrollert av: Sondre Gjengedal

Arbeidspakke 1: Forundersøkelser og løsmasseforhold i Malvik

Innhold

1	Innledning	2
2	Arbeidspakke 1: Forundersøkelser	2
3	Metode	3
4	Resultater	4
4.1	Karakterisering av grunnvarme i løsmasser	4
4.2	Løsmasser i Malvik kommune etter eksisterende grunnundersøkelser	6
5	Referanser	9

Vedlegg

Vedlegg A	Metoder for å bestemme termiske egenskaper
Vedlegg B	Kart med løsmasseykkelse i Malvik kommune etter eksisterende grunnundersøkelser

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

NGI sitter som prosjektleder i prosjektet BEAR: Bærekraftig Energi fra løsmAsser. Prosjekt eies av Malvik kommune og gjennomføres i samarbeid med WINNS AS, FUNDAMENTERING AS og NORANERGY AS. Prosjektet er finansiert av Regionalt Forskningsfond Trøndelag (prosjektnummer 321116).

BEAR har som hovedmål å teste designløsninger for grunnvarme som bruker løsmasser som en bærekraftig og stabil energikilde, og som kan fungere som en integrert del av konstruksjonen, og dermed redusere kostnadene ved å etablere slike systemer. BEAR er delt i fire arbeidspakker (AP) med disse delmål:

BEAR: arbeidspakker med delmål			
AP1: Forundersøkelser Karakterisering av løsmasser for utnyttelse av grunnvarme tilpasset lokale grunnforhold, klima og brukerbehov ved et aktuelt prosjekt.	AP2: Pilotprosjekt Test av en ny og innovativ energiløsning i løsmasser i et lokalt byggeprosjekt i Malvik i form av energipel.	AP3: Evaluering Vurdering av bærekraft, kost/nytte og energiutnyttelsegrad for pilotprosjektet.	AP4: Formidling Formidle resultater fra BEAR til bransjen i Trøndelag, Norge og utlandet.

Dette notatet oppsummerer den metodikk som er brukt og presenterer resultater for AP1: Forundersøkelser.

2 Arbeidspakke 1: Forundersøkelser

Hensikten med AP1 er å etablere et verktøy til Malvik kommune som kan vise områder i Malvik som egner seg til en mulig utnyttelse av grunnvarme. AP1 har som delmål å beskrive undersøkelsesmetoder/prosedyrer og parametere som er nødvendig for å karakterisere løsmasser iht. utnyttelse av grunnvarme. Undersøkelsesmetoder som kan brukes for karakterisering av termiske egenskaper i løsmasser presenteres og det er etablert en database/kart som oppsummerer de viktigste parametere for løsmasser iht. utnyttelse av grunnvarme for Malvik kommune. I AP1 er følgende aktiviteter utført:





- 1) Beskrivelse av undersøkelsesmetoder for å kartlegge potensialet for å utnytte grunnvarme fra løsmasser.
- 2) Innhenting av data fra Malvik kommune ang. karakterisering av løsmasser for utnyttelse av grunnvarme
- 3) Etablere et kart (GIS) som oppsummerer for løsmassetykkelse mtp. utnyttelse av grunnvarme i Malvik kommune.

3 Metode

Arbeidet utført i AP1 omfatter en studie av relevante bakgrunns litteratur om utnyttelse av grunnvarme fra løsmasser. Hovedfokus var på litteratur publisert i de siste 10 årene. Dette presenteres i kap. 4.1 (og Vedlegg A).

Neste aktivitet i AP1 startet med å kartlegge utførte grunnundersøkelser (GU) i Malvik kommune, i NGIs egen GU database og offentlige databaser (NADAG). Disse er klassifisert etter løsmassetykkelseskart fra NVE. Dette kartet klassifiserer løsmasser som tynt dekke når tykkelsen er mindre en 0,5 m og tykt dekke når tykkelsen er mer en 0,5 m. Relevante borpunkt i databasene ble klassifisert iht. løsmassetykkelse med følgende fargekode i henhold til Tabell 1.

Tabell 1: Fargekode for klassifisering av borpunkt

Fargekode	Løsmassetykkelse (m)
	5-10
	10-15
	15-20
	20-30

De klassifiserte GU i Malvik kommune er oppsummert i flere GIS kart i Vedlegg B og lagret også i en webbasert løsning (den krever ArcGIS Online lisens). Disse resultater oppsummeres i kap. 4.2.

4 Resultater

4.1 Karakterisering av grunnvarme i løsmasser

Laloui & Loria (2020) oppsummerer de viktigste parameterne fra løsmasser (ev. stål eller betong for grunnvarme konstruksjoner, dvs. strukturell design parameter) som bør kartlegges for en grundig karakterisering av løsmasser ifb. utnyttelse av jordvarme. Disse er gjengitt i Tabell 2.

Tabell 2: Termiske parameter for karakterisering av løsmasser potensial for brukt i grunnvarme-systemer

Type	Beskrivelse	Parameter
Termisk og hydraulisk prosjektering	Termiske egenskaper for jord	Termisk konduktivitet, $\lambda - W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ Spesifikk varmekapasitet, $c_p - J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ Volumetrisk varmekapasitet, $\rho c_p - J \cdot m^{-3} \cdot K^{-1}$ Termisk diffusivitet, $\alpha_d = \lambda / (\rho c_p)$
	Termiske egenskaper for betong eller stål	Termisk konduktivitet, $\lambda - W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ Spesifikk varmekapasitet, $c_p - J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
	Uforstyrret jord og geostruktur temperatur	Initiell temperatur, $T_o - K$
	Grunnvannets strømningshastighet	Darcy's hastighet, $v_{f,i} - m \cdot s^{-1}$
	Varmevekslerens termiske motstand	Konduktiv termisk motstand
Geoteknisk prosjektering	Jord styrke	Friksjon vinkel Skjærfasthet
	Jord stivhet	Youngs moduli / Skjærmoduli Poissons tall
	In situ spenning og poretrykk	Tyngdetetthet, $\rho \cdot g - kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-2}$
	Stress-historie	Overkonsolideringsratio
	Jordens potensiale til termisk ekspansjon	Lineær eller volumetrisk termisk ekspansjonskoeffisient
	Jordpermeabilitet	Permeabilitet, $k - m^2$
Strukturell prosjektering	Betongstyrke eller stålstyrke	Trykk- og strekkfasthet, belastningsnivåer
	Betongstivhet eller stålstivhet	Youngs modul Poissons tall
	Betongens eller ståls termiske ekspansjonspotensial	Lineær eller volumetrisk termisk ekspansjonskoeffisient

Med parametere nevnt over som utgangspunkt, kan det beskrives prosedyrer for karakterisering av løsmasser med tanke på utnyttelse av grunnvarme. Endre & Sørmo (2015) indikerer følgende prosedyre, som vi modifierer litt for å utvide den til løsmasser:

- 1) Sjekk av geologisk (berg og løsmasser) kart i tillegg til eksisterende grunnundersøkelser: gir informasjon om hvilke bergarter eller løsmasser man kan forvente å finne i grunnen. NGUs kartløsninger og NADAG er gode alternativer.
- 2) Geologisk og geoteknisk kartlegging i felt: gjennom GU kan mektigheten på de ulike lagene defineres mer nøyaktig. Man kan begynne fra en grov *remote sensing* kartlegging for store arealer og etter hvert begrense den til små konkrete arealer med bruk av andre metoder for grunnundersøkelser. Dette skal danne grunnlag for å vurdere behovet for prøvetaking og spesielle undersøkelser.
- 3) Utførelse av spesielle undersøkelser og prøvetaking: hensikten er identifisering av løsmasstype, tykkelse og termiske egenskaper. Ev. prøvetaking for laboratoriet analyser.
 - a. Lab-analyser har som fordelt at man kan gjenta analyser og utføre tester for hvert lag i løsmasser. Derimot tar man begrenset antall av prøver som kan redusere representativitet av jordprøver.
 - b. Feltundersøkelser inkluderer den naturlige tilstanden av jordmateriale. Derimot kan man ikke gjenta undersøkelser så enkelt som i laben.
- 4) Analyser av GU og laboratorietester for karakterisering av materialer. Denne fasen inkluderer tolkning av resultater.

Laloui & Loria (2020) kategoriserer analyser og prosjekteringsprosedyrer av energi geostrukturert i tre kategorier:

- **Kategori 1:** innledende undersøkelser som involverer enkle tester i laboratoriet eller på stedet (*in situ*). Kategorien er karakterisert av en empirisk natur (observasjoner og erfaringer).
- **Kategori 2:** teoretisk basert, bruker ofte designgrafer/diagrammer og betydelige forenklinger. Forenklingene for geotekniske og strukturelle design ligger ofte i hvordan bakken oppfører seg. Deles inn i to prosedyrer;
 - 2A (lineær elastoplastisk eller stiv-perfekt plastisk) og
 - 2B (perfekt-elastoplastisk, ikke-lineære, lineære eller ikke-lineære elastoplastiske modeller).

Med tanke på energi, er forenklingene primært assosiert med oppførselen til varmeveksleren. En-dimensjonale varmeoverføringsmodeller karakteriserer 2A-prosedyrer og to-dimensjonale varmeoverføringsmodeller karakteriserer 2B-prosedyrer.

- **Kategori 3:** krever avanserte numeriske eller analytiske teknikker. I sammenheng med geotekniske og strukturelle design, vil lineær-elastiske modeller, som står for ikke-termiske forhold, ta for seg hvordan bakken oppfører seg og kan også redegjøre for ikke-lineære deformasjonsfenomen gjennom forenklete tilnærminger som fremdeles benytter lineær-elastisk teori.

Vedlegg A oppsummerer lab- og feltundersøkelser som kan utføres for å karakterisere termiske egenskaper til løsmasser.

En energigeostruktur kan generelt karakteriseres fra en gruppe materialer: i) jord som omringer den, ii) betongen eller stål i geostrukturen, iii) stålet inne strukturen som overfører energien, iv) plastikk materialet som omringer stålrørene, og iv) den varmførende væsken som sirkulerer i rørene og luften (Laloui & Loria, 2020 s. 70).

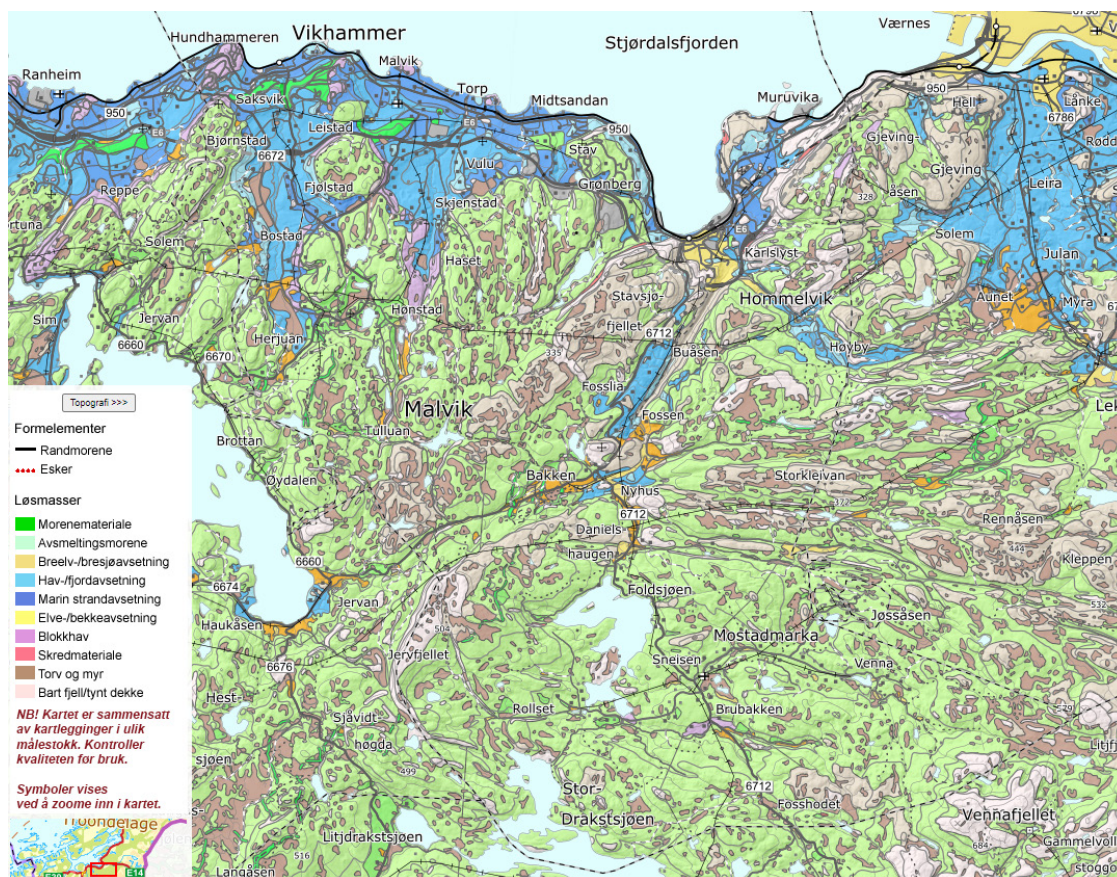
I en grunnvarmestruktur, som en geotermisk pel, er det flere jordegenskaper som påvirker dem. For eksempel:

- Dybde til berggrunn: det er ønskelig 20-25 m.
- Løsmassene rundt: det er ønskelig med høyt fuktinnhold; myr, matjord og leire.
- Dybden ned til grunnvannsspeilet: jo lavere det er jo mindre effektiv varmeoverføring i toppen av pelen.
- Temperatur i jord: den bør være mellom 2°C og 20-30-40°C (ovre grense avhenger av pel lengde, grunnforhold og stålegenskaper).

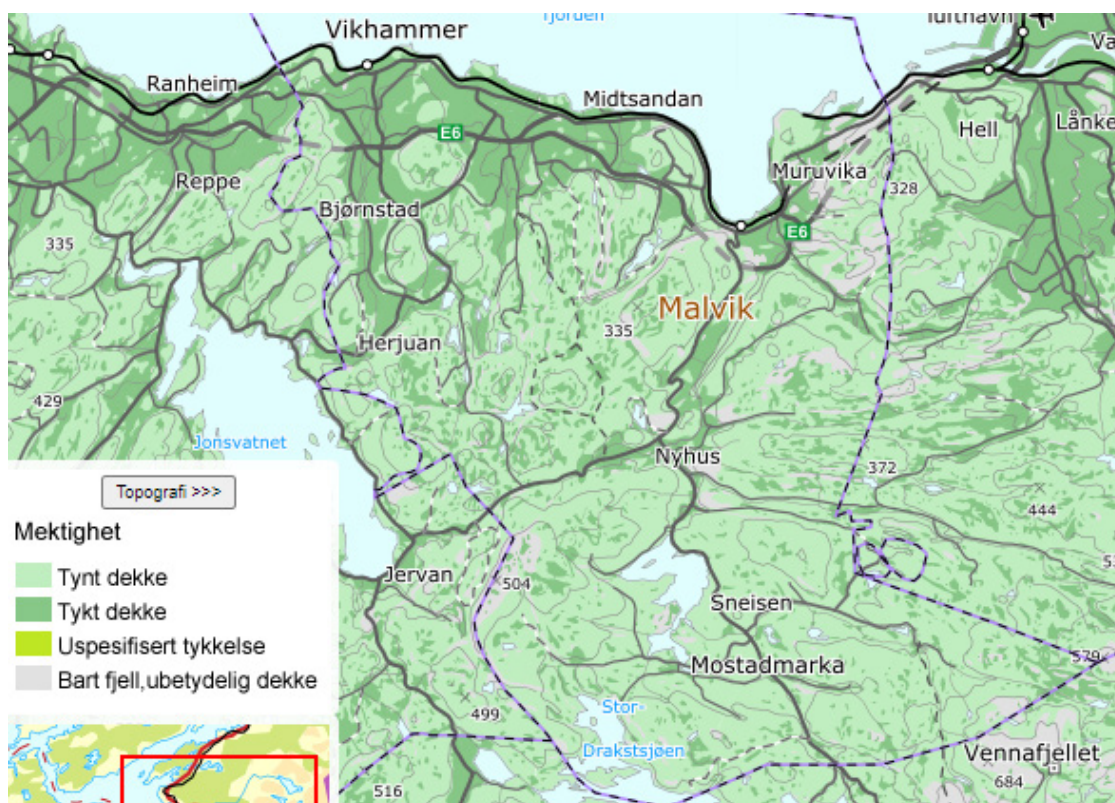
4.2 Løsmasser i Malvik kommune etter eksisterende grunnundersøkelser

Malvik kommunes løsmassekart fra NGU er vist i Figur 1. Kommunen er preget av hav/fjord og marine avsetninger med mektighet fra 0,5 m til flere ti-talls meter (blå farger) i området mot Trondheimsfjorden (Stjørdalsfjorden) og langs Vikhammerelva, Sagelva, Homla og Høybybekken. Morenemateriale (grønn farge), torv/myr (brun farge) og bart fjell (rosa farge) er hovedsakelig materialer som finnes mot midt og sør-delen av kommunen. Tykkelse av løsmasser i Malvik kommune vises i Figur 2 (og Kart 01 i Vedlegg B). Tykt dekke (mektighet fra 0,5 m til flere ti-tall meter) av løsmasser finnes hovedsakelig i områder hvor hav/fjord og marine avsetninger finnes.

Etter studiet av løsmassekart, ble eksisterende grunnundersøkelser i Malvik kommune brukt for å kartlegge løsmassetykkelse i kommunen med tanke på utnyttelse av grunnvarmen. Et totalt av 315 borpunkt viser at løsmassetykkelse i Malvik kommunen varierer fra 5 m til 30 m dybde. Disse borpunktene fokuserer i områder hvor NGI eller NADAG har rapportert grunnundersøkelser i sine databaser. Vedlegg B viser kartene med klassifisering av borpunktene etter løsmassetykkelse.



Figur 1 Løsmassekart fra NGU for Malvik kommune.



Figur 2 Løsmassemektighet fra NGU ved Malvik kommune.

Generelt viser løsmasseykkelse kjapt variasjoner i små arealer, dette kan derimot være påvirket av boreddybde. Ca. 27% av borpunktene indikerer en løsmasseykkelse mellom 5-10 m. Ca. 21% av borpunktene indikerer en løsmasseykkelse mellom 10-15 m., ca. 25% av borpunktene indikerer en løsmasseykkelse mellom 15-20 m. og ca. 27% av borpunktene indikerer en løsmasseykkelse mellom 20-30 m.

I utgangspunktet er det områder med størst løsmasseykkelse som egner seg best for energipeler (se kap. 4.1, hvor i teorien er det ønskelig med berggrunn på 20-25 m). Disse er lokalisert ved Bjørnstad, Skjenstad, Svedalen, Grønbergdalen, Saksvik, Vikhammer, Malvikbukta, Midtsandan og Hommelvik.

Fra de 315 borpunktene var det mulig å studere nærmere 85 borpunkt for å klassifisere løsmasseytyper i grove (grus-sand) eller fine (silt-leire) løsmasser. Ca. 28% av disse 85 grunnundersøkelsene indikerer fine løsmasser og ca. 22% av borpunktene indikerer grove løsmasser. Resten er en kombinasjon av fine-grove løsmasser som varierer med dybde. Fine løsmasser fokuserer hovedsakelig på løsmasseykkelse mellom 15-20 m., mens grove løsmasser hovedsakelig er i løsmasseykkelse mellom 5-10 m.

5 Referanser

Aarhaug, O. R. (1984). *Geoteknikk og fundamenteringslære 2*. Oslo: NKI-Forlaget.
Endre, E., Sørmo, E. (2015). *Identifisering og karakterisering av syredannede bergarter, Veileder for Miljødirektoratet* (NGI Rapport 20120842-01-R). Hentet 10.6.21 fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M310/M310.pdf>

Fardoun, F., Meftah, F. & Mohamad, Z. (2021) A review on energy piles design, evaluation, and optimization. I Prof. Jiri Jaromir Klemes (Red.), *Journal of Cleaner Production*. Hentet 24.6.21 fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621000226>

Laloui, L. & Loria, A. F. R. (2020). *Analysis and Design of Energy Geostructures*. London: Academic Press.

NGU (2015) *Grunnvarme*. Hentet 8.6.21 fra: <https://www.ngu.no/emne/grunnvarme>

Vedlegg A

METODER FOR Å BESTEMME TERMISKE EGENSKAPER

Innhold

A1 Laboratory methods (taken from Laloui & Loria, 2020)	2
A1.1 Divided bar method	2
A1.2 Thermal needle probe method	3
A2 In situ testing (taken from Laloui & Loria, 2020)	3
A2.1 Thermal Response Test (TRT)	3
A3 References	4

A1 Laboratory methods (taken from Laloui & Loria, 2020)

Methods

(modified after Vulliet et al., 2016)

Method	Thermal Properties		Remarks
	Thermal conductivity λ [W/(m °C)]	Thermal diffusivity α_d [m ² /s]	
Divided bar method	✓	✗	Measurement under steady conditions Applicable to soils and rocks
Thermal needle probe method (Single probe method)	✓	✓	Measurement in transient state Applicable to soils and rocks
Multiple probe method	✓	✓	Measurement in transient state Applicable to soils and rocks
Transient hot strip method	✓	✓	Measurement in transient state Applicable more to rocks than soils

- *Steady state conditions: all state variables are constant in spite of ongoing processes that strive to change them.*
- *Transient state: a process variable or variables have been changed and the system has not yet reached a steady state.*

A1.1 Divided bar method

The method assumes that steady state conditions governs the heat transfer, that thermal conductivity is homogenous along the soil sample and that lateral heat loss is negligible. During the test, a soil sample with a certain length L is set between two plates at two fixed temperatures (T_1 and T_2). The heat flux is measured over time. Then, the thermal conductivity can be calculated. The method can be combined with other lab equipment (like oedometer) to investigate the effect of soil properties on the thermal conductivity.

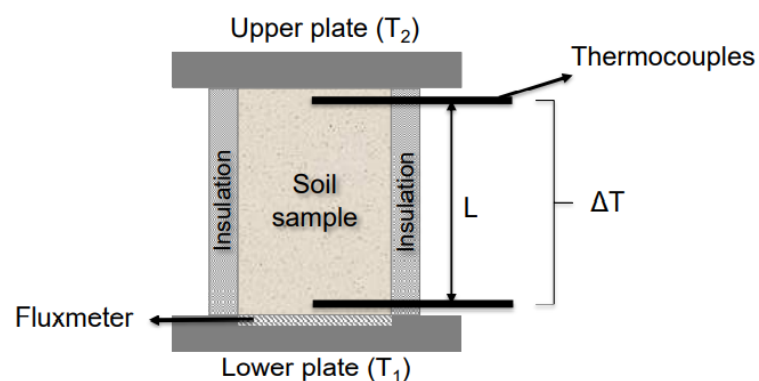
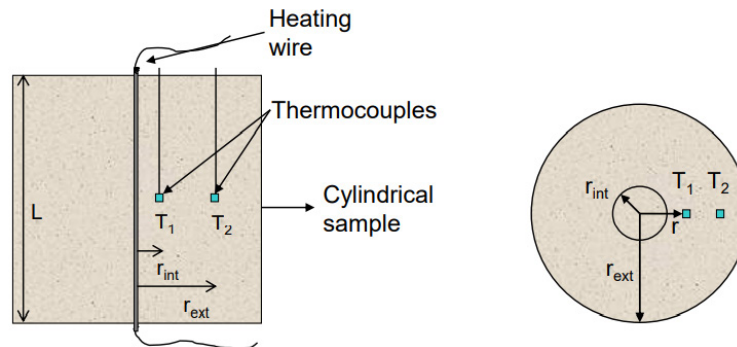


Figure 1 Divided bar method - test set up

A1.2 Thermal needle probe method

The method assumes a homogenous initial temperature of the soil sample, isotropic thermal properties and that the heating wire is an infinite linear source. During the test, a constant electrical power is transmitted via a wire/probe made of resistive material whose resistance is known. The temperature variations in the sample are measured with thermocouples. Then, the thermal conductivity and thermal diffusivity can be calculated, as well as the volumetric heat capacity.

Figure 2 Thermal needle probe - test set up



A2 In situ testing (taken from Laloui & Loria, 2020)

A2.1 Thermal Response Test (TRT)

TRT is an in-situ test to evaluate the thermal characteristics of the soil: i) T_o , undisturbed ground temperature, ii) λ , effective thermal conductivity of the ground and iii) R'_{ghe} , the thermal resistance between the heat carrier fluid and the ground exchanger wall. The system consists of a borehole that acts as a heat exchanger, a pipe system, a circulation pump, a heating system with constant power rate and a continuous logging system (data acquisition). The test starts by determining the undisturbed ground temperature. Then, the heating system and the data acquisition system are switched on, and borehole mean temperature is measured over time.

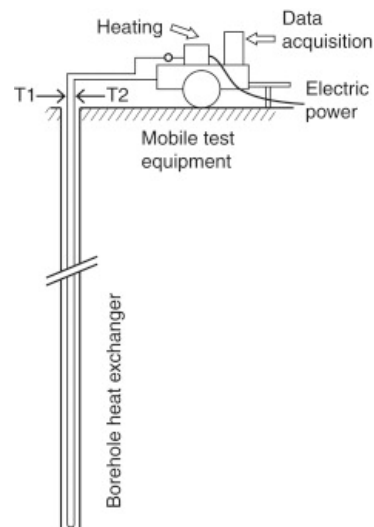


Figure 3 Thermal response test - test set up

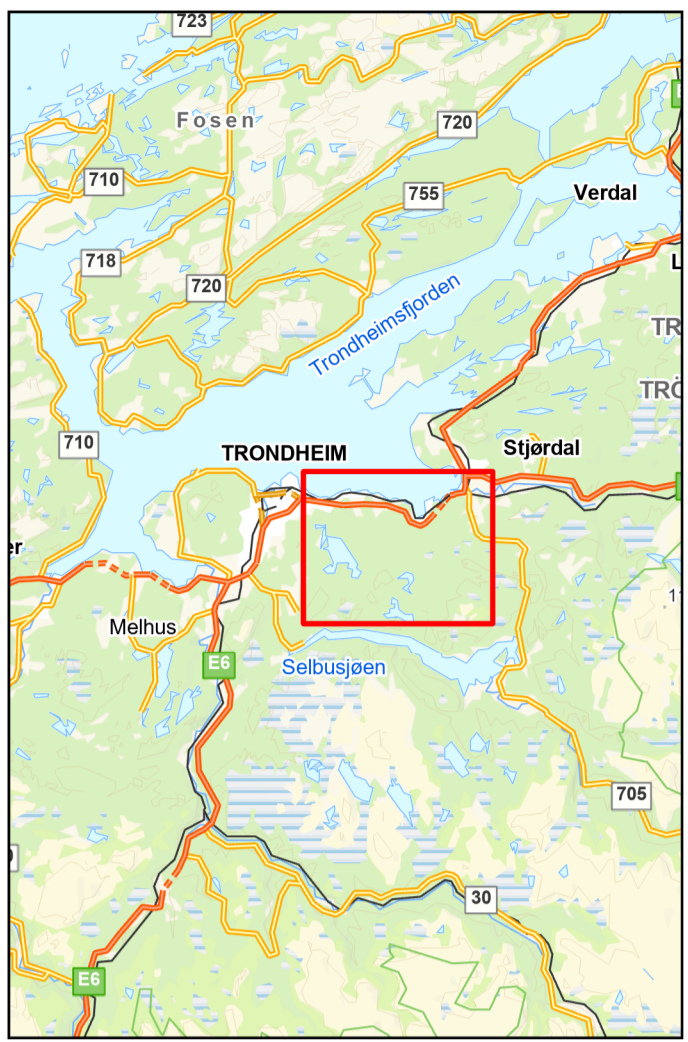
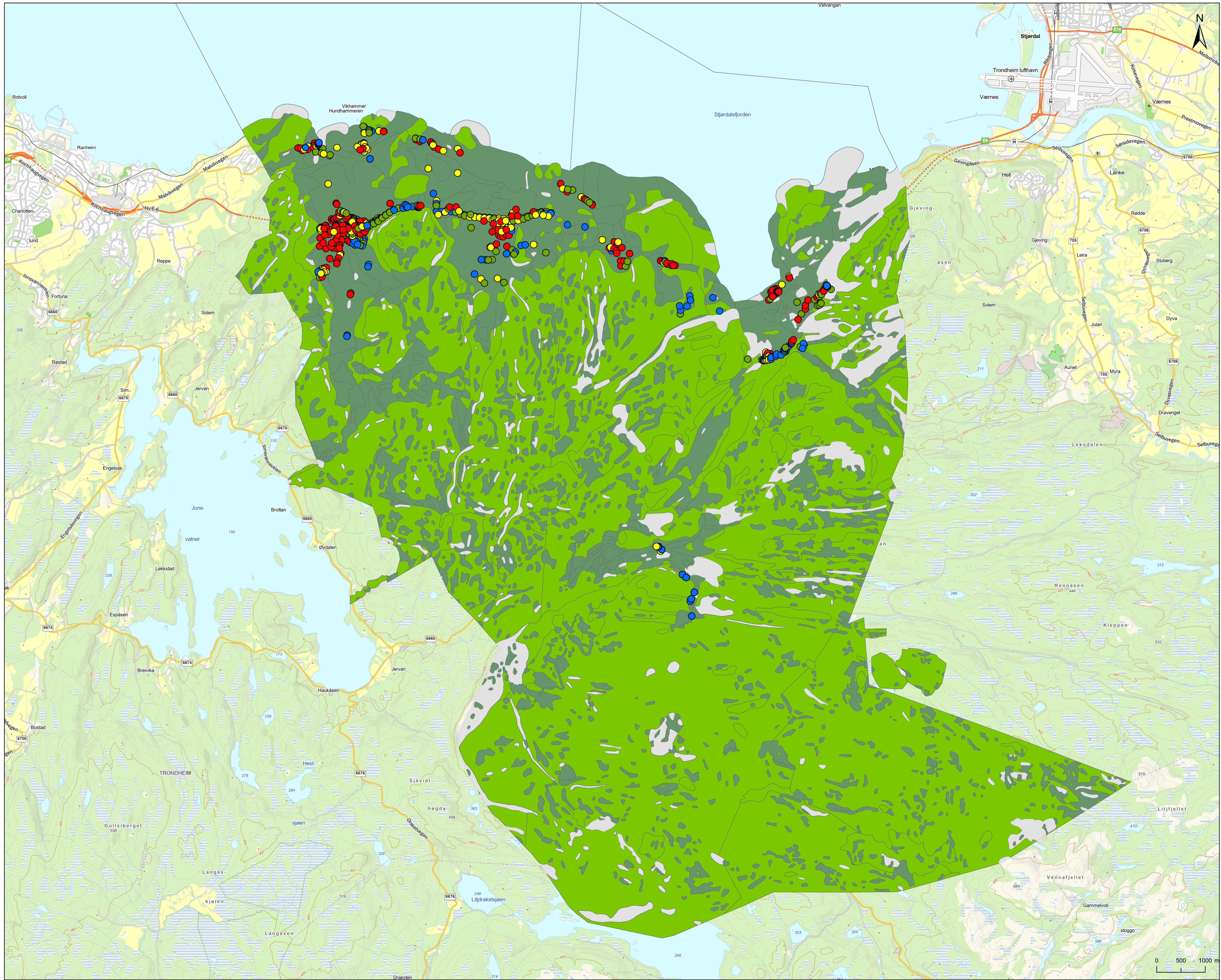
A3 References

Laloui L & Loria AFR (2020). *Analysis and Design of Energy Gestructures*. London: Academic Press.

Rybach L (2012) 7.06 Shallow Systems: Geothermal Heat Pumps. *Comprehensive Renew Energy* 7: 189-207

Vedlegg B

KART MED LØSMASSETYKKELSE I MALVIK
KOMMUNE ETTER EKSISTERENDE
GRUNNUNDERSØKELSER



Løsmassetykkelse etter GU

- 5-10 m
- 10-15 m
- 15-20 m
- 20-30 m

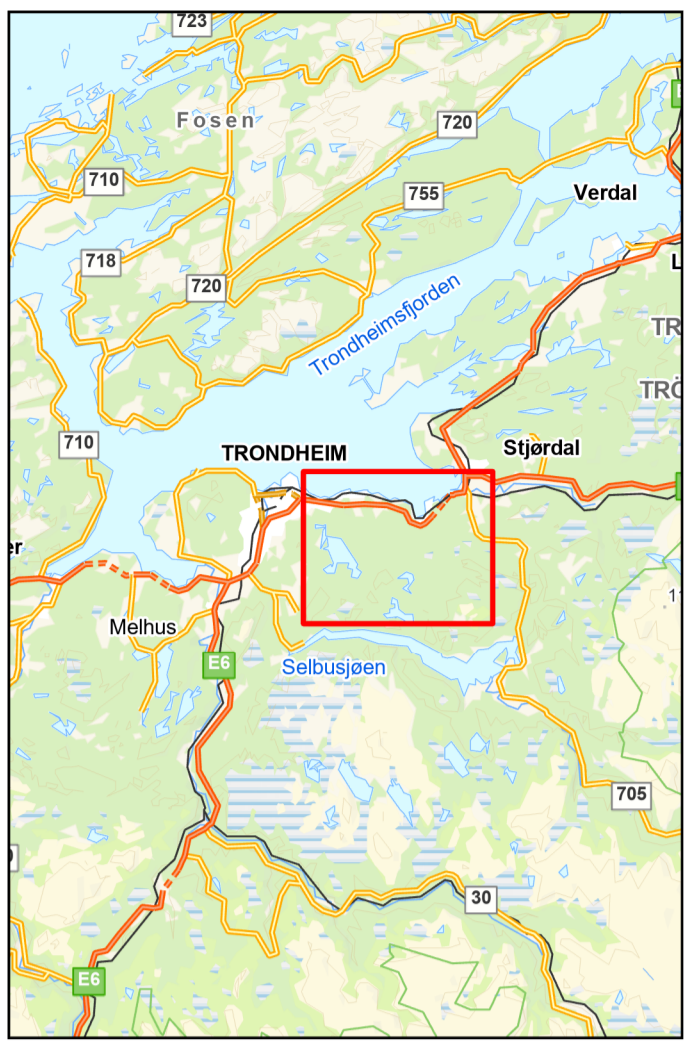
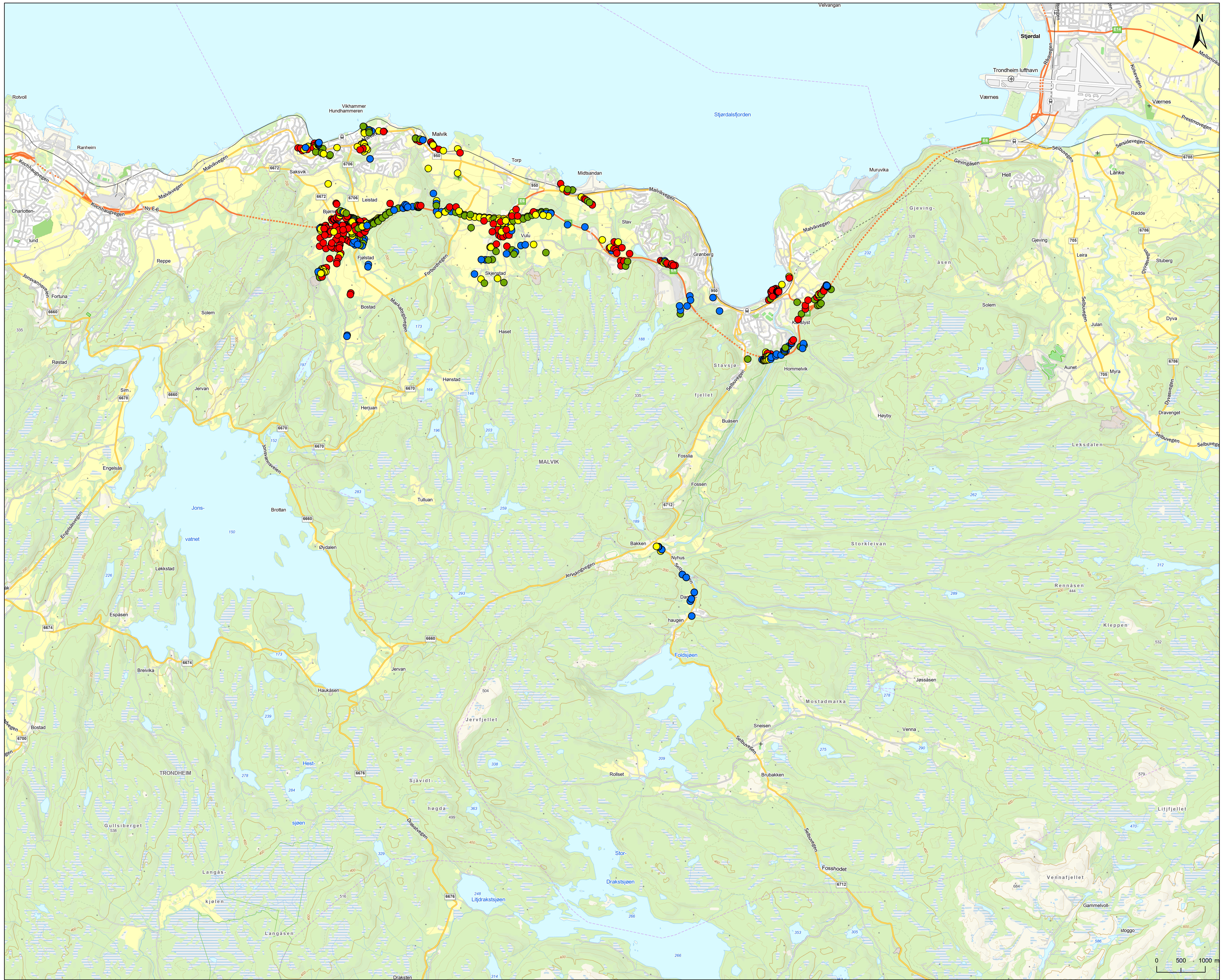
Løsmassemektighet fra NGU

- Bart fjell
- Løsmasser/berggrunn under vann
- Mektighet > 0,5 m
- Mektighet < 0,5 m

BEAR (Bærekraftig Energi fra løsmAsser)
 AP1: Forundersøkelser
 Karakterisering av løsmassetykkelse i Malvik kommune

Dato: 2021-07-01	Utført: APP	Kontrollert: SGj	Godkjent: SGj
Original format og målestokk: A1 1:35 000	Zarprojeksjon: ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Prosjektnr: 20210083	Dokumentnr: 20210083-01-TN	Kartrv: 01	Rev: 0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3910 Væresleipen, 0805 Oslo
 Tlf. 22 02 30 00, Faks 22 23 54 48
 www.ngi.no

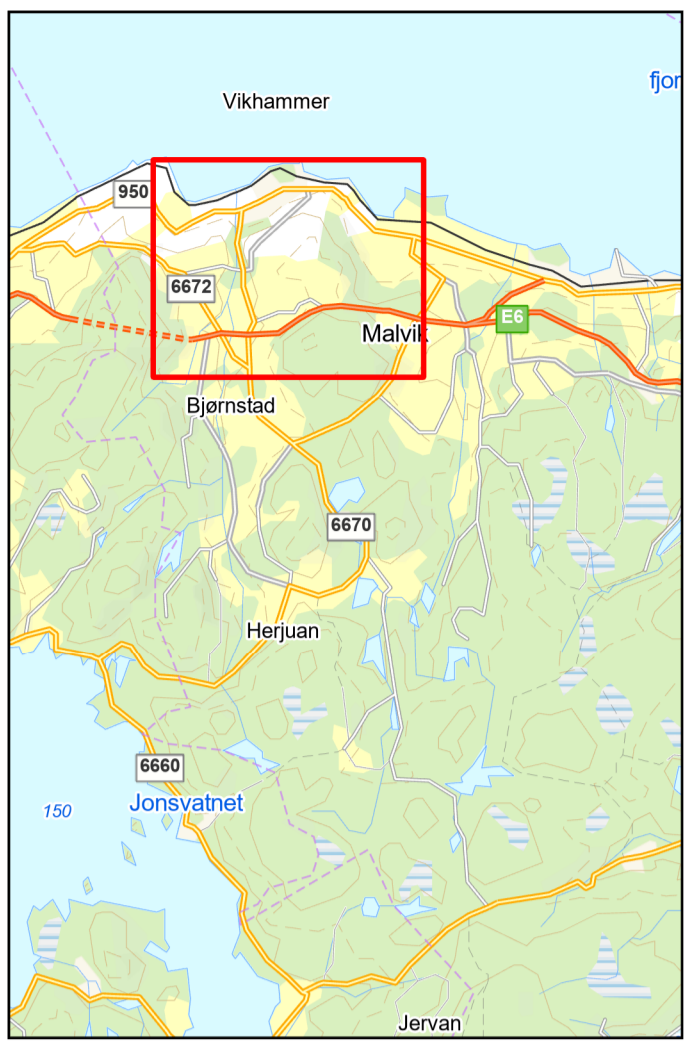
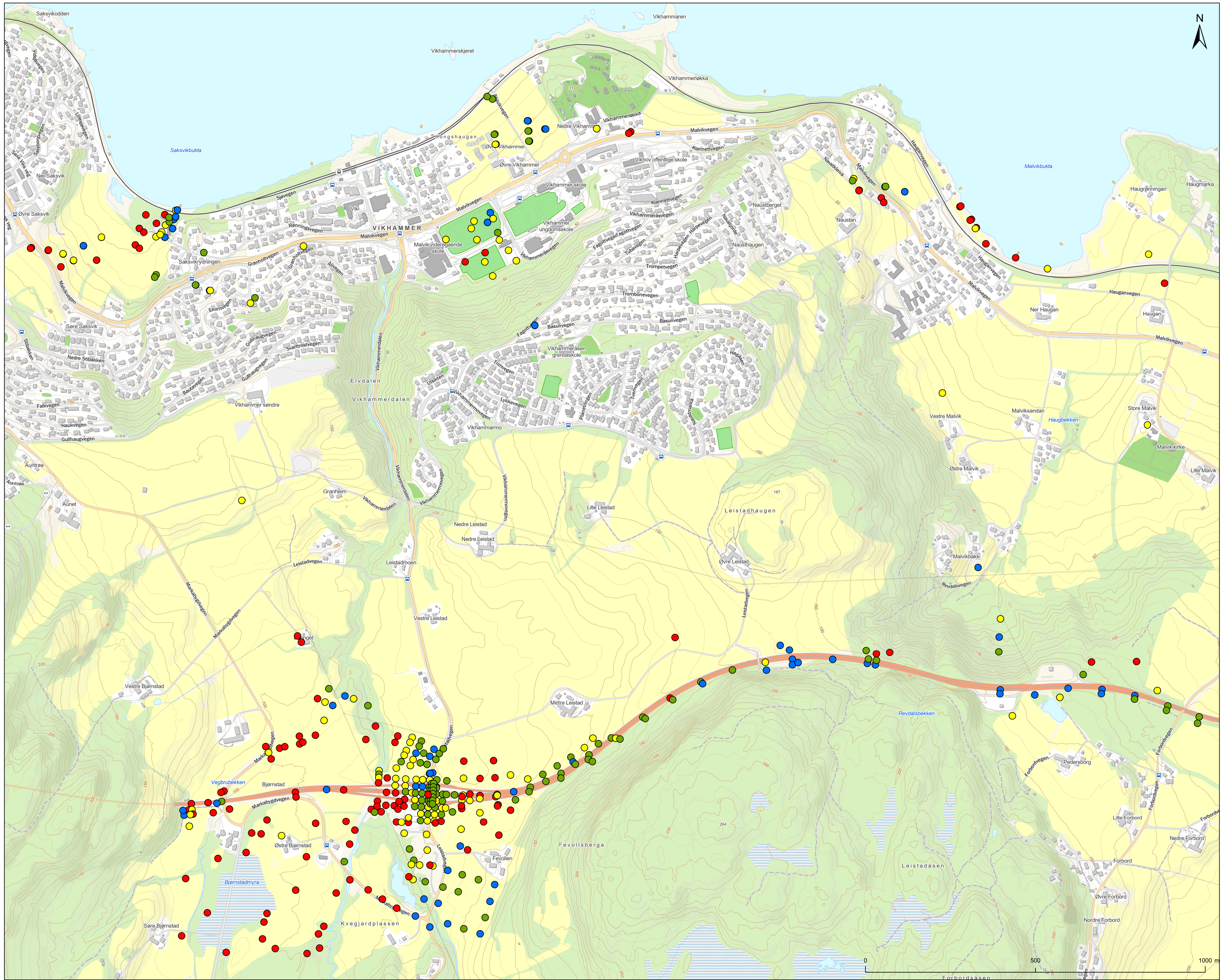


- Løsmassykkelse etter GU
- 5-10 m
 - 10-15 m
 - 15-20 m
 - 20-30 m

BEAR (Bærekraftig Energi fra løsmAsser)
 AP1: Forundersøkelser
 Karakterisering av løsmassykkelse i Malvik kommune

Dato: 2021-07-01	Utført: APP	Kontrollert: SGJ	Godkjent: SGJ
Original format og målestokk: A1 1:35 000	Zarprosjektjon: ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Prosjektnr: 20210083	Dokumentnr: 20210083-01-TN	Kartrv: 02	Rev: 0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3910 Ullevågen, 0405 Oslo
 Tlf. 22 02 30 00, Faks 22 23 54 48
 www.ngi.no



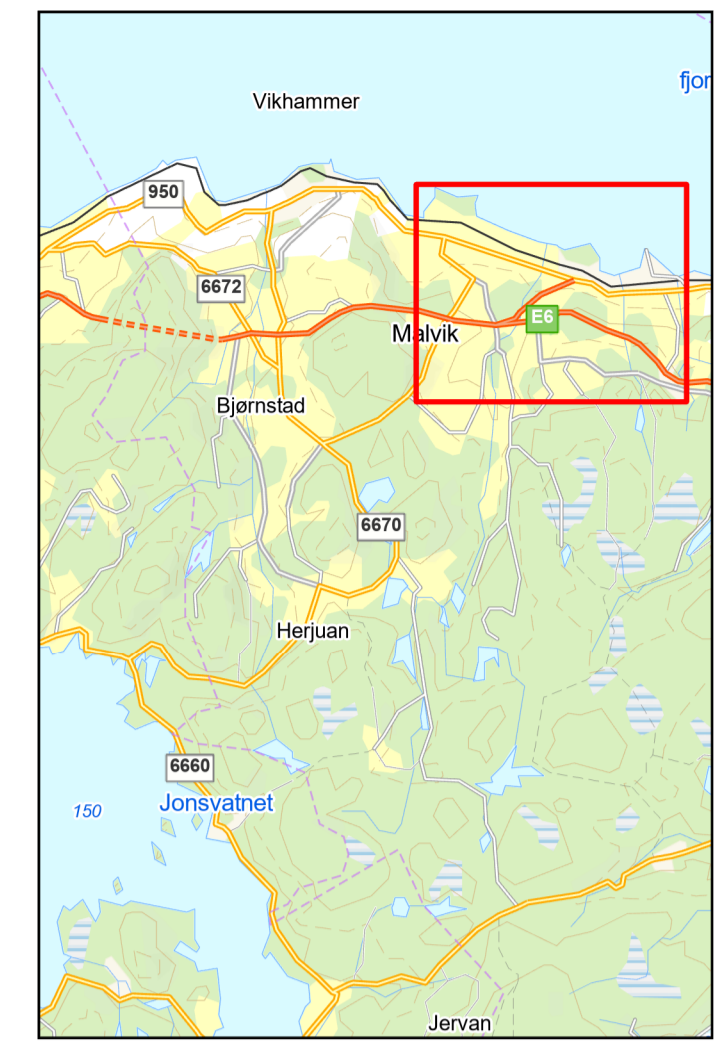
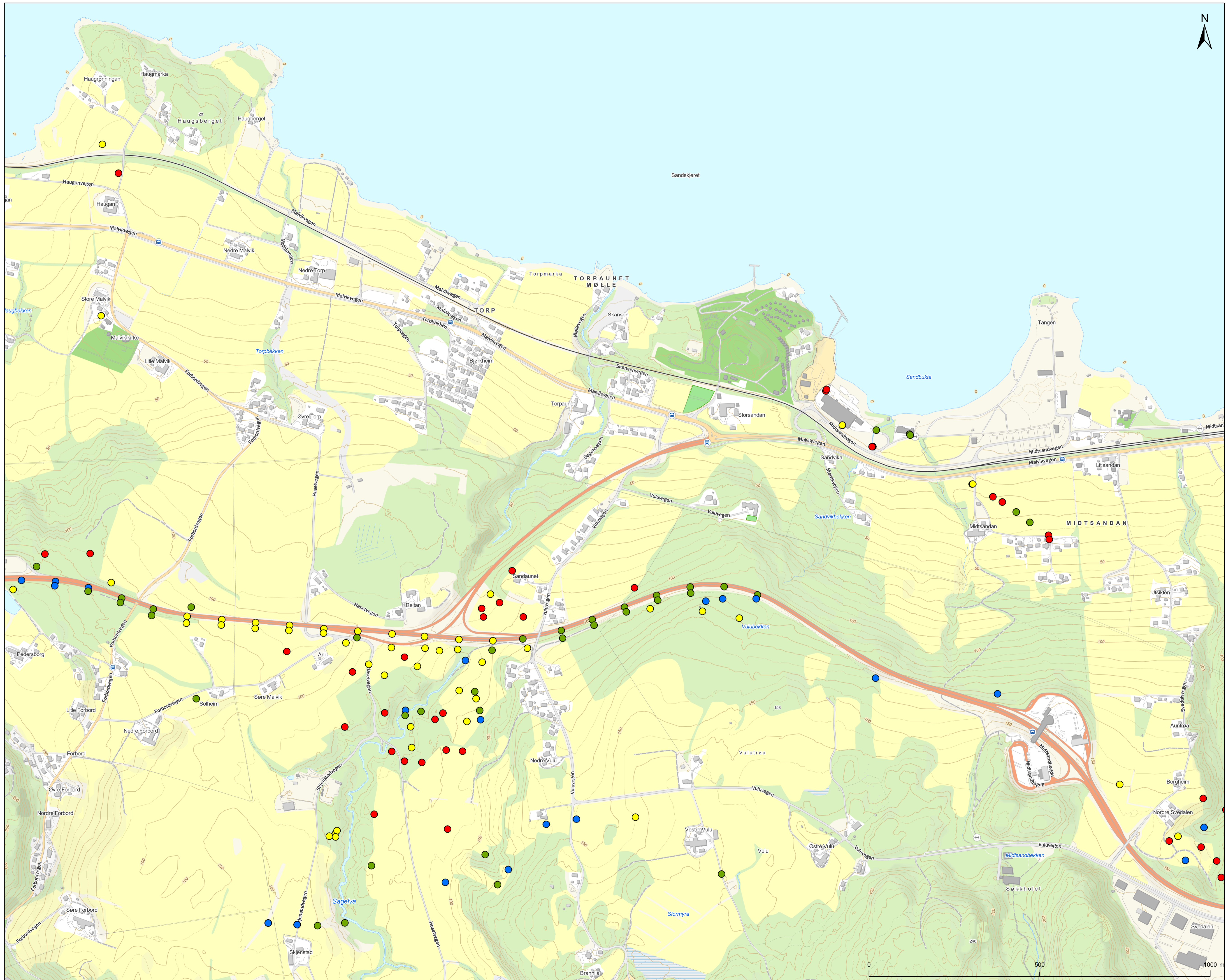
- Løsmassetykkelse etter GU
- 5-10 m
 - 10-15 m
 - 15-20 m
 - 20-30 m

Løsmassektighet fra NGU

BEAR (Bærekraftig Energi fra løsmAsser)
AP1: Forundersøkelser
 Karakterisering av løsmassetykkelse i Malvik kommune
 Zone 1

Dato	Uttøst	Kontrollert	Godkjent
2021-07-30	APP	SGj	SGj
Original format og målestokk	Zonering		
A1 1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Prosjektnr	Dokumentnr	Kartrv	Rev
20210083	20210083-01-TN	03	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3910 Utvæla Stasjon, 0805 Oslo
 Tlf. 22 02 30 30, Faks 22 23 54 48
 www.ngi.no



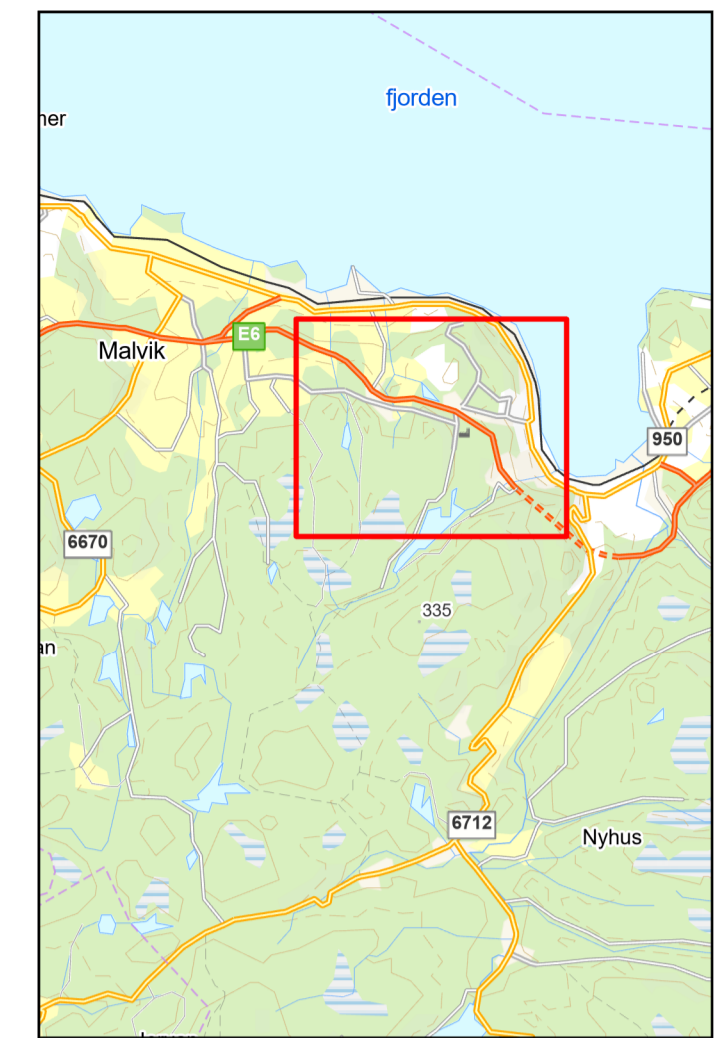
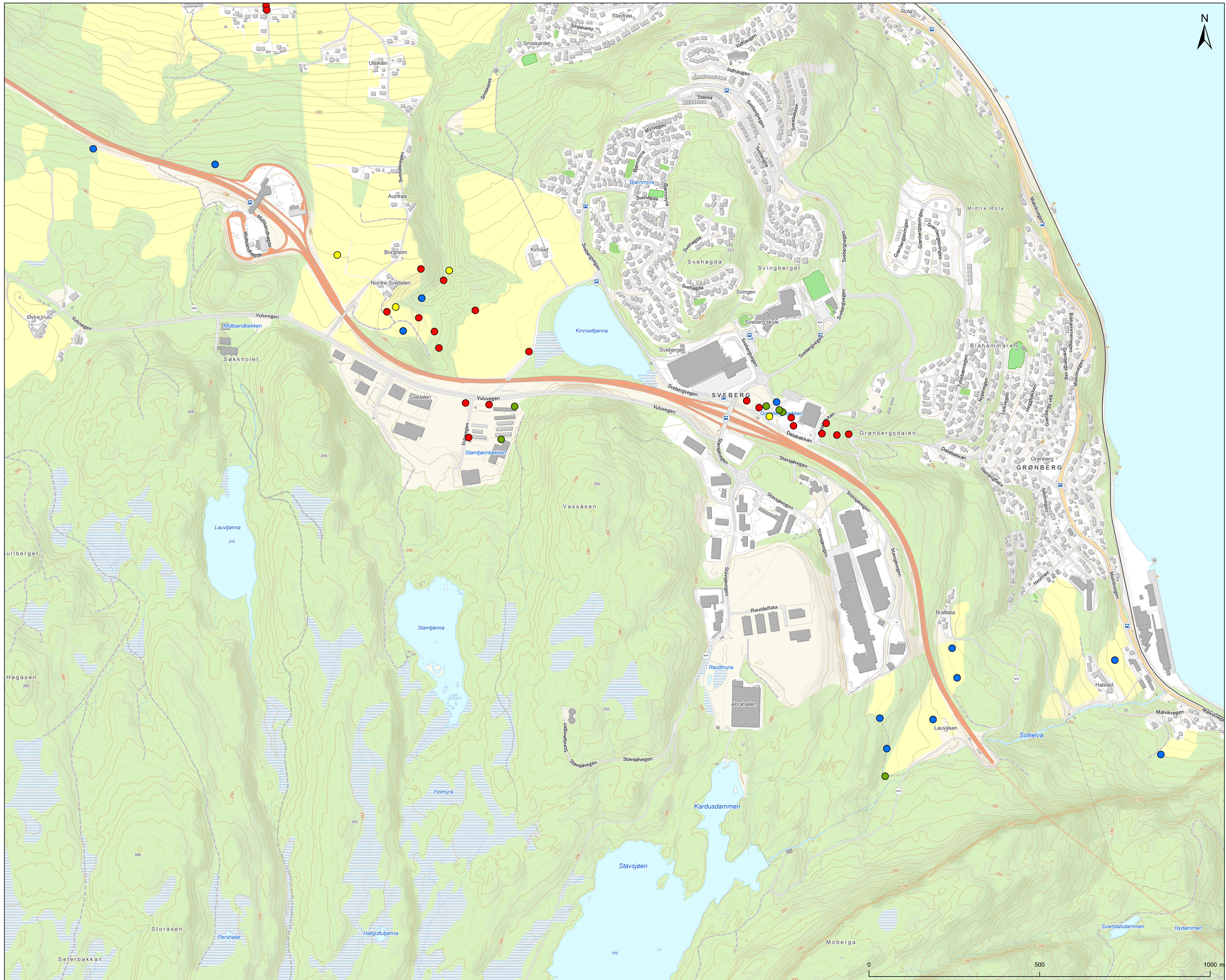
- Løsmassetykkelse etter GU
- 5-10 m
 - 10-15 m
 - 15-20 m
 - 20-30 m

Løsmassemektighet fra NGU

BEAR (Bærekraftig Energi fra løsmAsser)
AP1: Forundersøkelser
 Karakterisering av løsmassetykkelse i Malvik kommune
 Zone 2

Dato	2021-07-30	Utført	APP	Kontrollert	SGJ	Godkjent	SGJ
Original format og målestokk	A1	1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N				
Prosjektnr	20210083	Dokumentnr	20210083-01-TN	Kartr.	04	Rev.	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3910 Utvægei Sluppen, 0805 Oslo
 Tlf. 22 02 30 30, Faks 22 23 54 48
 www.ngi.no



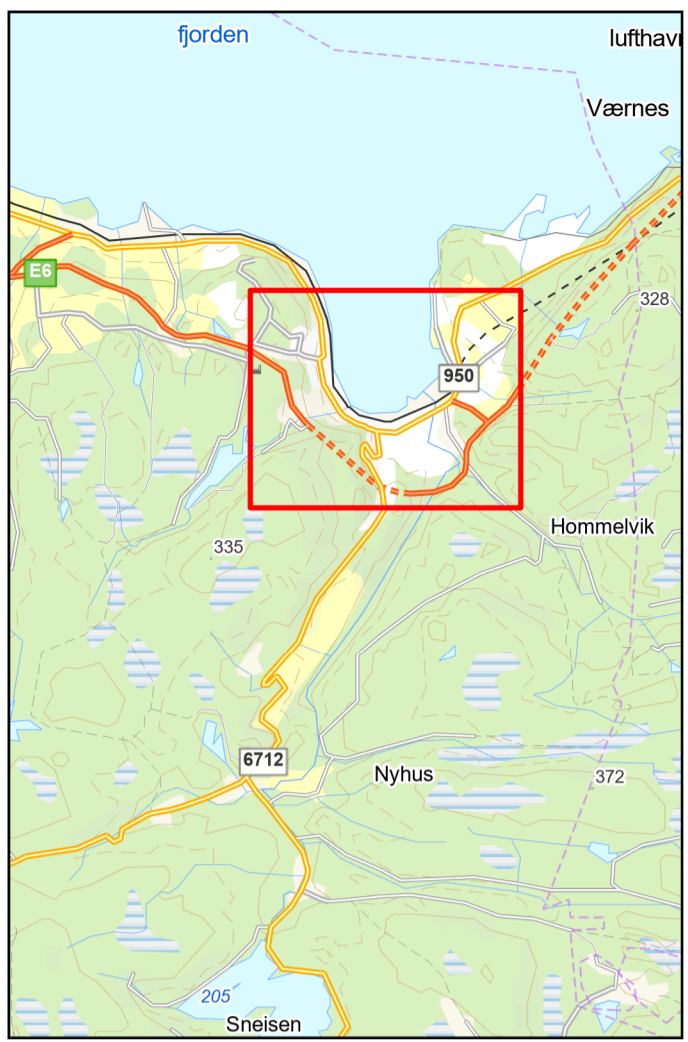
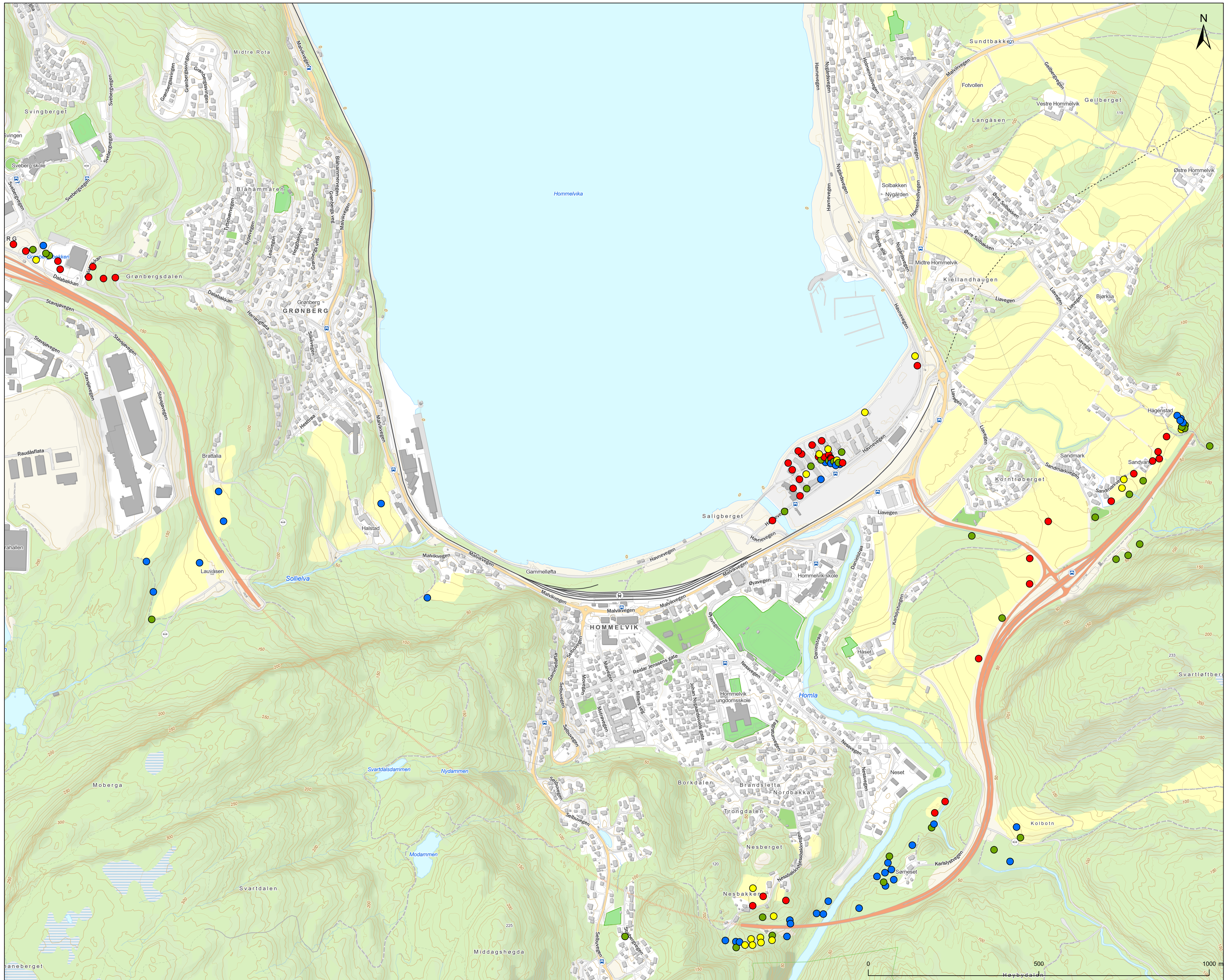
- Løsmassetykkelse etter GU
- 5-10 m
 - 10-15 m
 - 15-20 m
 - 20-30 m

Løsmassemektighet fra NGU

BEAR (Bærekraftig Energi fra løsmAsser)
AP1: Forundersøkelser
 Karakterisering av løsmassetykkelse i Malvik kommune
 Zone 3

Dato	Uttatt	Kontrollert	Godkjent
2021-07-30	APP	SGJ	SGJ
Original format og målestokk	Zoneringsskema		
A1 1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Prosjekt	Dokument	Kartr.	Rev.
20210083	20210083-01-TN	05	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3910 Utnevei Sluppen, 0805 Oslo
 Tlf. 22 02 30 00, Faks 22 23 94 48
 www.ngi.no



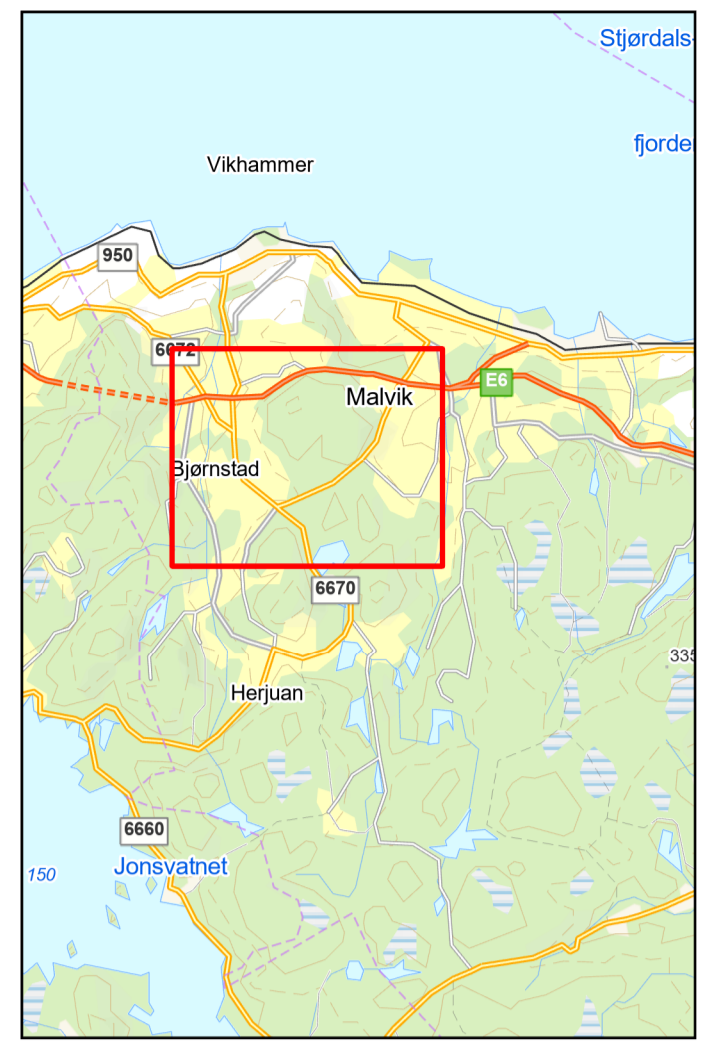
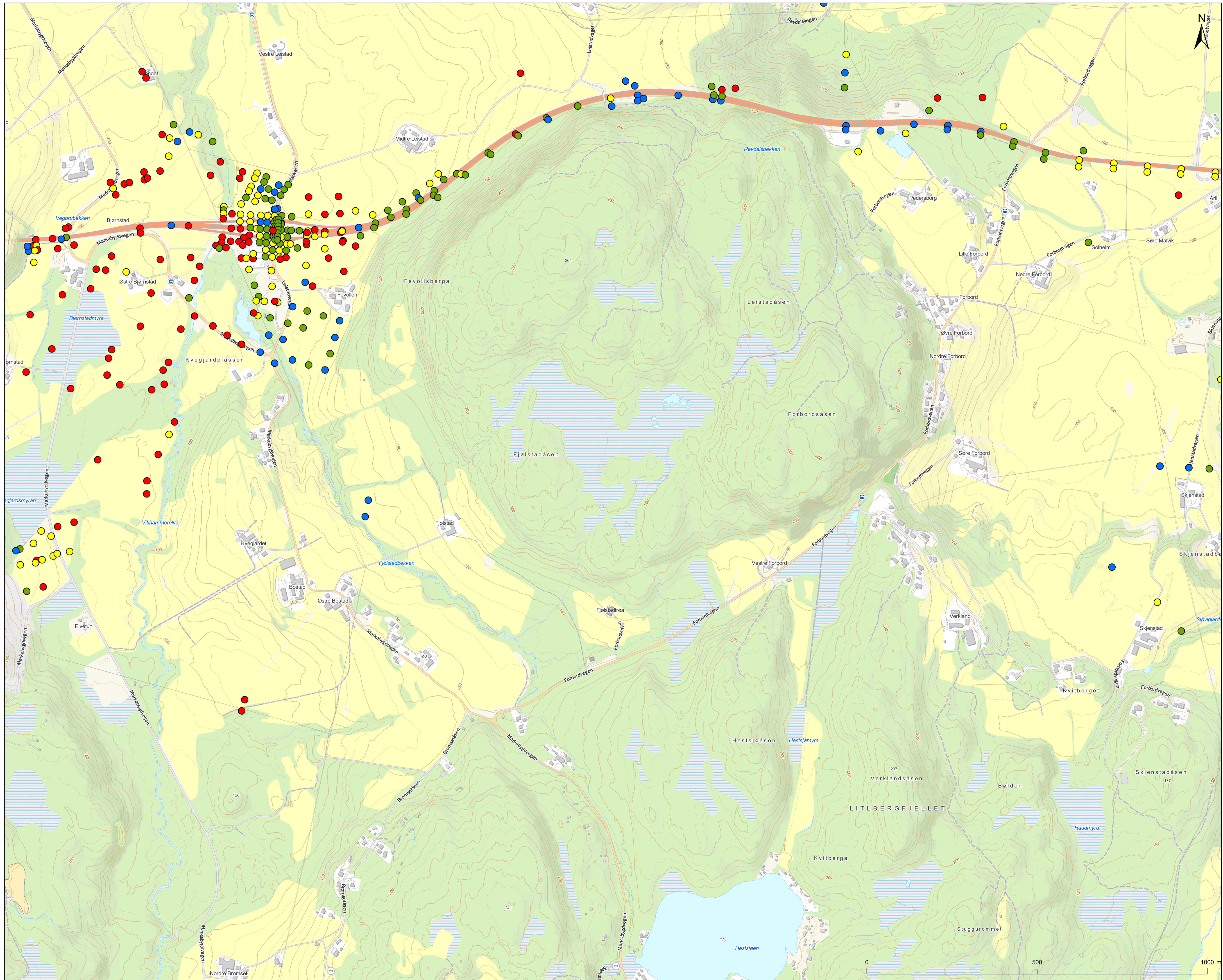
- Løsmassetykkelse etter GU
- 5-10 m
 - 10-15 m
 - 15-20 m
 - 20-30 m

Løsmassemettetthet fra NGU

BEAR (Bærekraftig Energi fra løsmAsser)
 AP1: Forundersøkelser
 Karakterisering av løsmassetykkelse i Malvik kommune
 Zone 4

Dato	2021-07-30	Utført	APP	Kontrollert	SGj	Godkjent	SGj	
Original format og målestokk	A1	1:5 000	Sjekkprosjekt					
Prosjekt	20210083	Dokument	20210083-01-TN		Kartr.	06	Rev.	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3910 Utvæla Station, 0805 Oslo
 Tlf. 22 02 30 00, Faks 22 23 54 48
 www.ngi.no



Løsmassykkelse etter GU

- 5-10 m
- 10-15 m
- 15-20 m
- 20-30 m

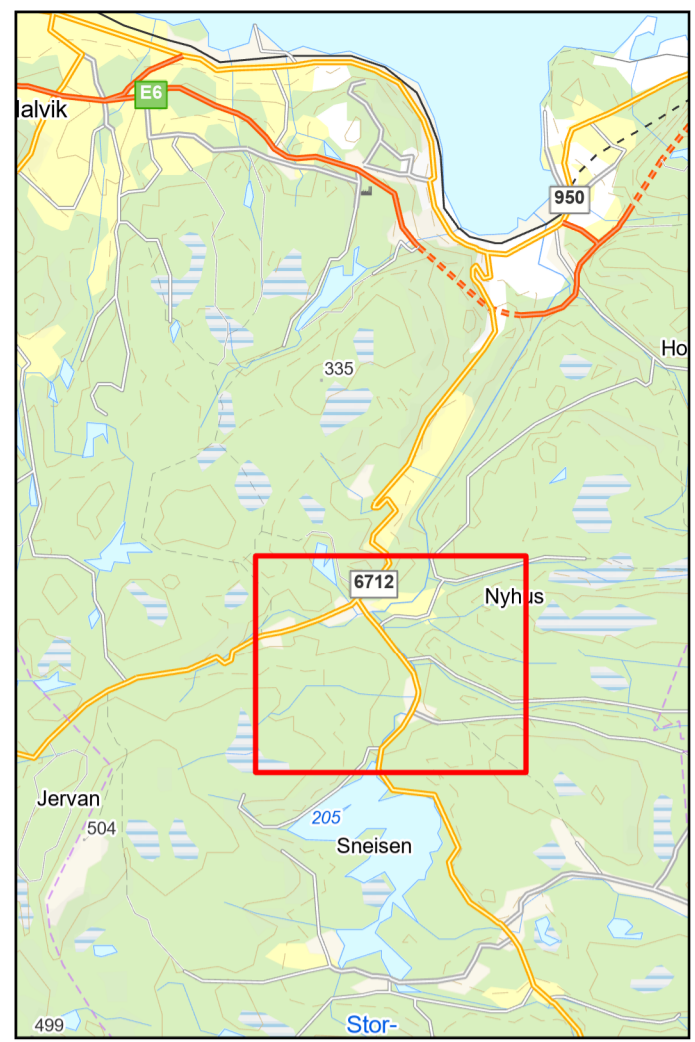
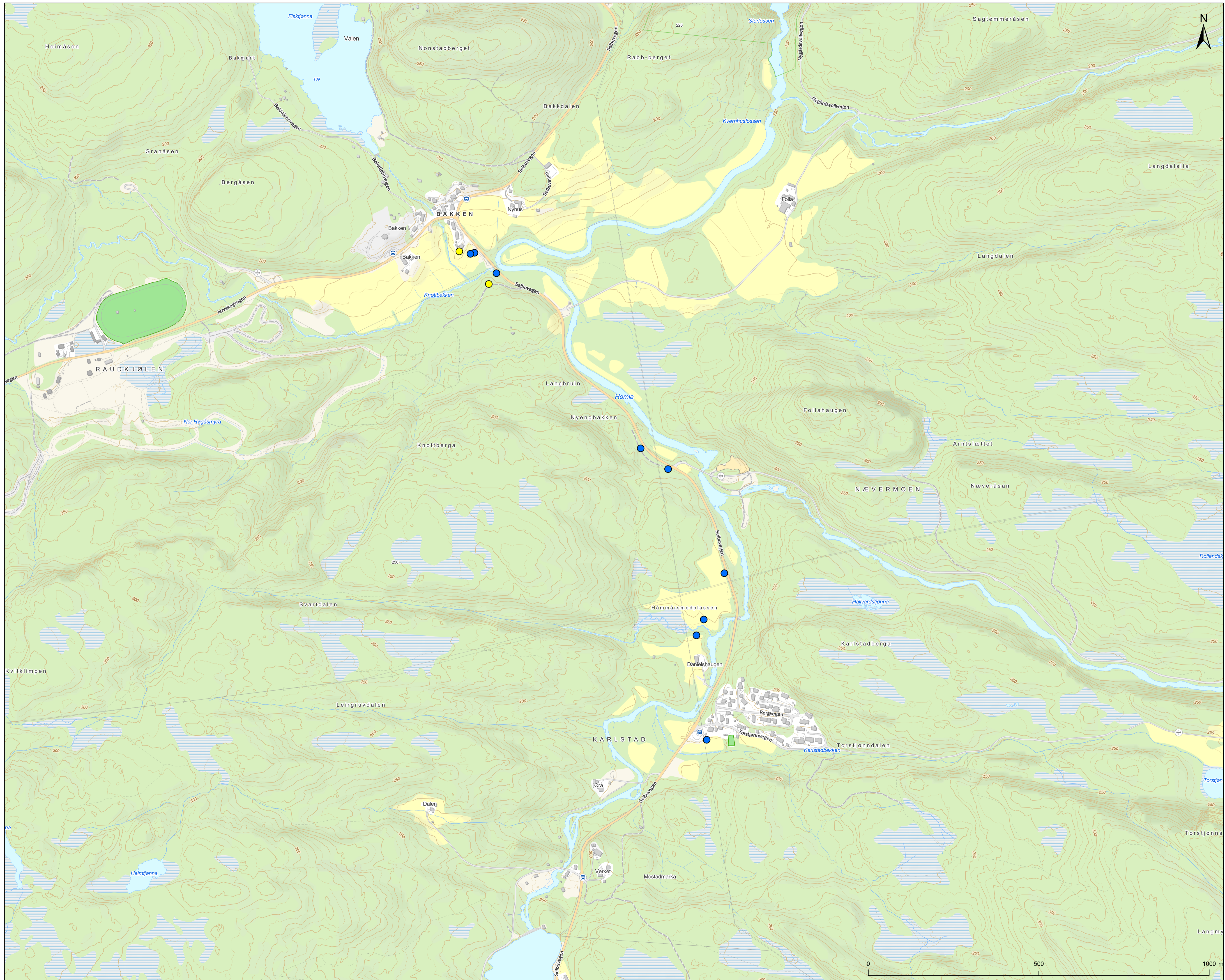
Løsmassemengde fra NGU

BEAR (Bærekraftig Energi fra løsmAsser)

AP1: Forundersøkelser
 Karakterisering av løsmassykkelse i Malvik kommune
 Zone 5

Dato: 2021-07-30	Uttatt: APP	Kontrollert: SGj	Godkjent: SGj
Original format og målestokk: A1 1:5 000	Sjerprikkasjon: ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Prosjektnr: 20210083	Dokumentnr: 20210083-01-TN	Kartrv: 07	Rev: 0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3910 Utvæge Sluppen, 0805 Oslo
 Tlf. 22 02 30 00, Faks 22 23 54 48
 www.ngi.no



Løsmassetykkelse etter GU

- 5-10 m
- 10-15 m
- 15-20 m
- 20-30 m

Løsmassemektighet fra NGU

BEAR (Bærekraftig Energi fra løsmAsser)

AP1: Forundersøkelser
 Karakterisering av løsmassetykkelse i Malvik kommune
 Zone 6

Uttatt	2021-07-30	Uttatt	APP	Kontrollert	SGj	Godkjent	SGj
Originalt format og målestokk	A1	1:5 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N				
Prosjektnr.	20210083	Dokumentnr.	20210083-01-TN	Kartr.	08	Rev.	0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
 Postboks 3900 Utvæge Skansen, 0805 Oslo
 Tlf. 22 02 30 00, Faks: 22 23 94 48
 www.ngi.no



Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Arbeidspakke 1: Forundersøkelser og løsmasseforhold i Malvik		Dokumentnr./Document no. 20210083-01-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Malvik kommune	Dato/Date 2021-08-20
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 1 / 2023-05-23
Distribusjon/Distribution ÅPEN: Skal tilgjengeliggjøres i åpent arkiv (BRAGE) / OPEN: To be published in open archives (BRAGE)		
Emneord/Keywords løsmasser, kart, løsmassetykkelse		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Trøndelag	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Malvik	Felt navn/Field name
Sted/Location	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord:	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2021-08-04 Priscilla Paniagua	2021-08-20 Sondre Gjengedal		
1	Presisering av enkelte punkter i teksten	2023-05-23 Priscilla Paniagua	2023-05-23 Sondre Gjengedal		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 23. mai 2023	Prosjektleder/Project Manager Sondre Gjengedal
--	----------------------------------	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

