



Regiongeologen

Buskerud Telemark Vestfold Fylkeskommuner

## **FENSFELTET KJERNEBORINGER, TUFTE 2016**

S. Dahlgren  
Regiongeolograpport 1-2016  
August 2016



## Utarbeidelse

Rapporten er utarbeidet i juni og august 2016. Arbeidet ble avsluttet 28. august.

Faglig innhold, tekst, foto, kartframstillinger (topografi, lidar, geofysikk) og tabeller samt oppsett og layout; Regiongeolog Sven Dahlgren

### Referanse til denne rapporten:

**Sven Dahlgren: Fensfeltet - Kjerneboringer Tufte 2016. Regiongeolograpport 1-2016, 1-20.**

### Kontaktinformasjon:

Regiongeologen  
Buskerud Telemark Vestfold fylkeskommuner  
Fylkeshuset, PB 2163, 3103 Tønsberg

Kontaktperson: Regiongeolog Sven Dahlgren  
Telefon: 90692752  
e-post: svend@vfk.no

## Emneord

**Fensfeltet, Tufte, geologisk kartlegging, grunne kjerneboringer juni 2016, Regiongeolog, Norges geologiske undersøkelse. løsmasser, dybde til fjell, bergartstyper, radioaktivitet, Regiongeologens råd til Nome kommune.**

### Ansvar

***Denne rapporten er utarbeidet av Regiongeologen. Det er Regiongeologen som har ansvar for innhold, vurderinger og anbefalinger. NGU stilles ikke til ansvar for noe i denne rapporten.***

### Frontfoto:

*Kjerneboring Borgejordet nord, borehull Tufte-6. NGU's borebil og de to borerne Björn Strömberg (Regiongeologens stab; t.v.) og Geir Viken (NGU; t.h).  
Foto: S. Dahlgren*

## Sammendrag

**Det er utført geologisk kartlegging av Tufteområdet. Denne omfatter registrering av bergarter og løsmasser. Begge deler er vurdert ut i fra observasjoner på overflaten og fra grunne kjerneboringer. Kjerneboringene er utført i et samarbeid mellom Regiongeologen og Norges geologiske undersøkelse i juni 2016. Dette inngår som et ledd i den geologiske kartleggingen av Fensfeltet.**

**I Tufteområdet ble undersøkelsene designet for på best mulig måte imøtekomme Nome kommunes behov for å vite om det er fjell på grunnere dyp en 2 meter i planlagte traseer for legging av nye vann- og avløpsanlegg. Videre ville Nome kommune ha kunnskap om bergarter / løsmasser som eventuelt må sprenges/graves ut i traseene vil være så radioaktive at de må legges på deponi.**

**Det er tykke leireavsetninger i store deler av området. I øst, med mulige mindre unntak, vil en ikke komme ned i fjell langs traseene. Det er mulig at leirene, som er meget bløte under tørrskorpa, kan være kvikke i enkelte soner. Det anbefales derfor at kommunen utfører geotekniske undersøkelser av leirene langs traseene i skråningene ved RV36 før graving. Ingen av de tykke leireavsetningen er mere radioaktive enn normale leirer andre steder i landet. Disse avsetningene er derfor helt uprobelsatiske mht radioaktivitet.**

**Bergartene i området Tufte-synken-Bergverksveien-Brattlia ligger til dels i overflaten og mange steder grunnere enn 2 meter. Her er det påvist til dels betydelig radioaktivitet i bergartene. Det foreslås at både bergarter, og mulig forvittringsjord fra radioaktive bergarter, overvåkes ved sprengning / graving av traseer i dette området.**

**De utsprengte / utgravde massene fra dette området er uegnet for byggeformål. De kan trolig med enkle tiltak legges i et deponi som kommunen etablerer i rimelig nærhet. Dette må imidlertid fremlegges for Statens Strålevern.**

## Introduksjon

I forbindelse med de pågående geologiske undersøkelsene av Fensfeltet i regi av Regiongeologen, Buskerud Telemark Vestfold fylkeskommuner, i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse (NGU), foretas det grunne kjerneboringer for å kartlegge hva slags bergarter som finnes under løsmassene.

Nome kommune skal legge om vann- og kloakksystemet i Tufteområdet. Vi hadde derfor felles interesse av å få utført boringer i boligområdet på Tufte. Dette er også i beboernes interesser, og vi hadde alle et utmerket samarbeid med beboerne under arbeidet.

Hensikten var:

- Å finne dybde til fjell og så vurdere hvor kommunen må forvente å sprengte fjell for å legge nytt vann- og avløpssystem.
- Gi kommunen informasjon i grove trekk om hva slags løsmasser det er i området.
- Gi kommunen en oversikt over hva slags berggrunn det er i området og om denne er radioaktiv, samt å gi en vurdering av om det er sannsynlig at utsprengt fjell må sendes til egnet deponi.

## Gjennomføring

Regiongeologen foretok i slutten av mai og begynnelsen av juni flere befaringer i Tufteområdet og utarbeidet et forslag til Nome kommune om å utføre 16 kjerneboringer. Disse lokasjonene ble merket av på et foreløpig kart med antatt dybde til fjell i Tufteområdet (overlevert Nome kommune i midten av juni) som kunne tjene som foreløpig kart til bruk i videre kommunal planlegging. Kart 2 i denne rapporten er en videreutviklet utgave av dette kartet.

Det viste seg at det kunne være en stor risiko for å bore i eksisterende vann- og avløpsnett, høy- og lavspentkabler, samt i telenett som ligger i bakken. Regiongeologen utarbeidet da en avtale som ble inngått med Nome kommune om at kommunen måtte ta ansvaret for potensiell skade som kunne skje i forbindelse med boringene som ble utført. Avtalen ble også godkjent av Norges geologiske undersøkelse (NGU). Kommunen sjekket ut hvor det befant seg ulik infrastruktur nede i bakken. Flere steder var det høyst uklart hvor det befant seg eksisterende rør, ledninger og kabler. Følgen var at det var flere boringer Nome kommune ikke ville ta risikoen på å utføre. Dette påvirker i stor grad hvor presis det er mulig å være i rådene i denne rapporten. Nome kommune satte så opp en prioriteringsliste for rekkefølge for boringene anbefalt av Regiongeologen, og merket eksakt av i terrenget hvor boringene skulle utføres. Nome kommune avtalte med private grunneiere at boringer kunne utføres på de aktuelle eiendommene. Regiongeologen avtalte med Sjøveid tidspunkt for boringer på TFK's eiendommer. Dette var jorder der vi kunne bore etter at slåttene var utført.

Boringene ble utført med casing (foringsrør gjennom løsmasser) med NGU's borebil. Geir Viken, NGU, hadde det tekniske og utførende ansvaret for boringene. Fra Regiongeologen deltok Björn Strömberg / Ingrid Sætersdal som boremannskap slik at det alltid var minst to til stede under boringene. Boringene startet 21. juni og ble avsluttet 1. juli. Det ble boret 10 borehull. På tre av lokalitetene nådde vi ikke fjell og vi avslutta boringene i leire. Det ble ikke tatt kjerner av løsmasser, men vi undersøkte løsmassene som ble spytt opp av hullene med trykkvann fra boringene. Det ble totalt tatt opp 153 meter borekjerner av fjell fra 7 av de 10 boringene på Tufte.

Regiongeolog Sven Dahlgren sto for den geofaglige oppfølgingen av boreprogrammet.

Regiongeologens studentsommerhjelper (Håvard Grønnevik, Ingvild Schmidt, Ingrid Sætersdal og Tone Marit Haugland Strand, samt Björn Strömberg) avslutta sagsplitting av alle borekjernene den første uka av juli.

Siste feltdag før sommerferien, 7. juli, foretok Regiongeolog Sven Dahlgren med to assistenter (Ingrid Sætersdal og Tone Marit Haugland Strand) en GPS innmåling av alle borehull. Björn Strömberg og noen av assistentene kjørte alle borekjerner til Regiongeologens lager på Bakrårer.

I august har Regiongeologen undersøkt og gjort analyser av borekjernene. Det er resultatene fra alle disse arbeidene som er rapportert her.

## Borehull

De 10 lokasjonene som ble kjerneboret på Tufte er vist på kart 1. Det er viktig å merke seg at lokasjonsnumrene på dette kartet ikke er de samme som på kart som viste forslag til borelokasjoner som Regiongeologen utarbeidet og sendte Nome kommune i midten av juni. Kart 1 viser kun de kjerneboringene som faktisk ble utført, og er nummerert fra 1 til 10.

Lokasjonene ble målt inn nøyaktig med Altus CPOS GPS. Borehullslokasjonene er plottet nøyaktig på kart 1. Fil med digitale CPOS-data oversendes Nome kommune som et Arc Pad Hurtigprosjekt sammen med denne rapporten. CPOS-målingene ble utført den 7.7. 2017 (NB! Pga resetting av maskinen før måleoppstart oppsto det en klokkefeil på PC-en under målingene. Filene har derfor den feilaktige datoen 24.6.2016, samt feil klokkeslett). De nøyaktige UTM-koordinatene er ført opp i tabell 1 sammen med en omtrentlig stedsangivelse.

Alle tekniske data for borehullene finnes i tabell 2. Alle vinkler er gitt i 360° sirkel og alle lengder i meter. Borehullenes vinkel

(eller stupning) er angitt i forhold til horisontalplanet. En vinkel på 90° er altså vertikal. Retningen angis i grader fra nord regnet med klokka (azimuth).

For vertikale hull er dybden til fjell direkte målt ved boring. For hull med vinkel på 45° blir den vertikale dybden til fjell kortere enn borelengden i løsmassene. Dette er regna om og satt i kolonna med "vertikal dybde til fjell". Dette er kun korrekt dersom en antar at fjelloverflaten under løsmassene er horisontal. Videre vil skjæringspunktet mellom borehull og fjelloverflate ikke bli det samme som startstedet for boring på overflaten. Skjæringspunkt for borhull i fjell blir da forskjøvet i borehullets retning (azimuth) med en lengde helt tilsvarende verdiene gitt i "vertikal dybde til fjell".

Horisontal lengde til EOH ("End Of Hole") angir der den faktiske boringen sluttet projisert til overflaten. Overflaten er forenkla tenkt som et tilnærmet horisontalt plan. Dette er viktig for vurderingen av overflateutbredelsen av radioaktive bergarter påvist i borehullene boret i 45° vinkel. Dette er spesielt viktig for borehull TUFTE-2.

| Borehull nr | Sted                                              | UTM X      | UTM Y       |
|-------------|---------------------------------------------------|------------|-------------|
| TUFTE-1     | Jordet N f Gamlevn 23                             | 516381,164 | 6570376,327 |
| TUFTE-2     | Grassplen S f Gamlevn nær topp skrent ut mot RV36 | 516255,857 | 6570342,461 |
| TUFTE-3     | N f RV36 V f bilverksted                          | 516585,211 | 6570107,933 |
| TUFTE-4     | S f Gamlevn, i kant av åker Ø for Bergverksveien  | 516451,438 | 6570312,827 |
| TUFTE-5     | S Borgjordet ved kryss med Gamlevn                | 516676,652 | 6570331,454 |
| TUFTE-6     | N Borgjordet, Ø for veien                         | 516680,885 | 6570501,634 |
| TUFTE-7     | Tufte, ved vedlager Ø for låven                   | 516633,471 | 6570230,700 |
| TUFTE-8     | Ute på jordet mellom bekken i Tuftehavna og RV36  | 516093,297 | 6570243,400 |
| TUFTE-9     | V på plenen Gamlevn 23; ca 2 m N for Gamleveien   | 516355,764 | 6570333,994 |
| TUFTE-10    | Vegkant N f Gamlevn nær topp skrent ut mot RV36   | 516236,384 | 6570357,701 |

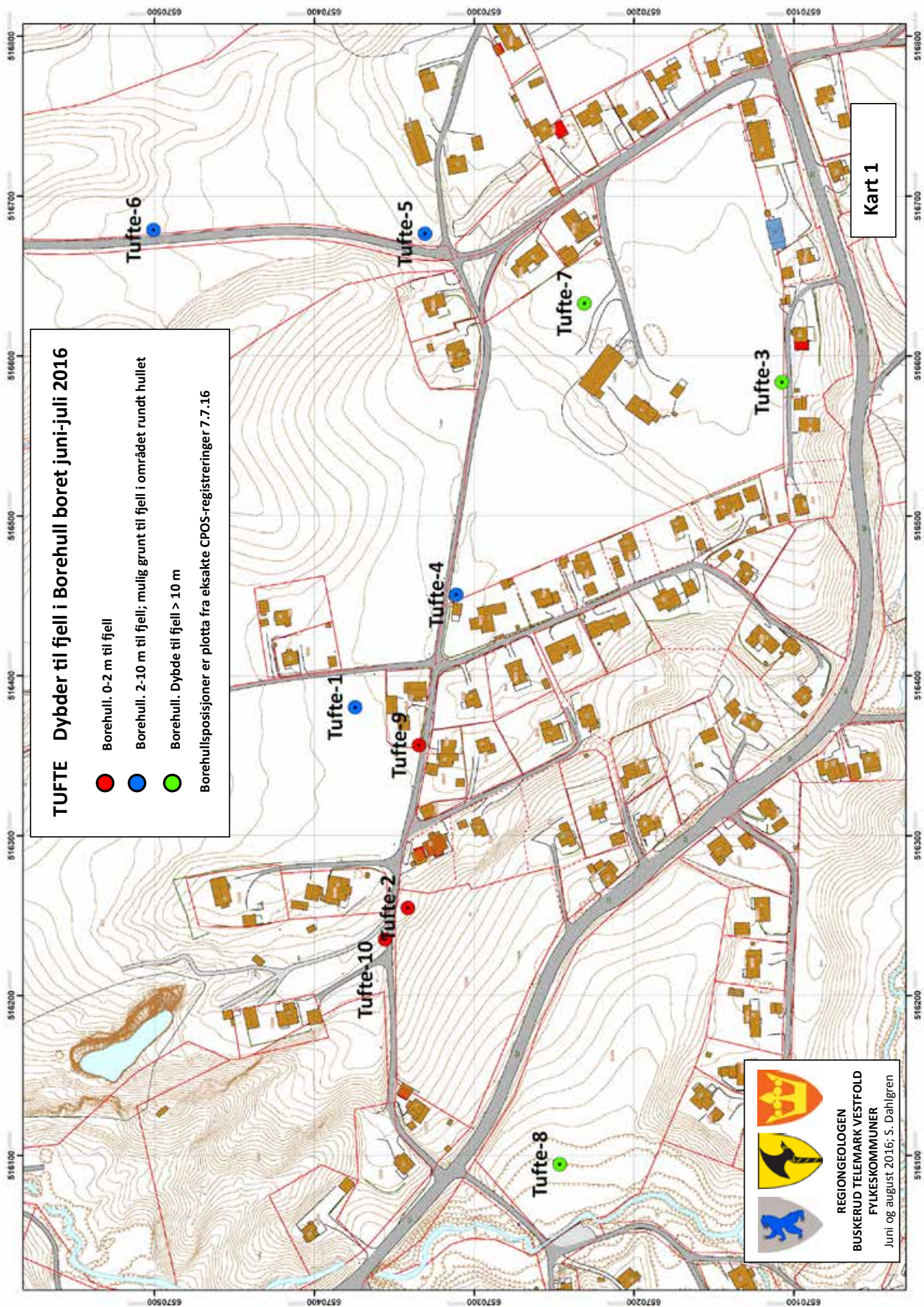
**Tabell 1 Stedsbeskrivelse og GPS-koordinater**

Borehullene Tufte 1-10 boret i juni 2016 med stedangivelse og nøyaktige (CPOS) GPS koordinater. Borelokasjonene er nøyaktig plottet på kart 1.

| Borehull nr | Vinkel (fra horisontal) | Retning (azimuth) | Borelengde (m) | Borelengde til fjell (m) | Vertikal dybde til fjell (m) | Horisontal lengde til EOH (projisert til overflaten) |
|-------------|-------------------------|-------------------|----------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------|
| TUFTE-1     | 45°                     | 90°               | 25,4           | 5,1                      | 4,3                          | 21,6                                                 |
| TUFTE-2     | 45°                     | 233°              | 48             | 1,4                      | 1,2                          | 40,8                                                 |
| TUFTE-3     | 90°                     | x                 | 18             | ikke nådd                | >18                          | 0,0                                                  |
| TUFTE-4     | 90°                     | x                 | 10,9           | 8,15                     | 8,2                          | 0,0                                                  |
| TUFTE-5     | 90°                     | x                 | 12,15          | 8,4                      | 8,4                          | 0,0                                                  |
| TUFTE-6     | 90°                     | x                 | 12             | 7,9                      | 7,9                          | 0,0                                                  |
| TUFTE-7     | 90°                     | x                 | 13,5           | ikke nådd                | >13,5                        | 0,0                                                  |
| TUFTE-8     | 45°                     | 90°               | 15             | ikke nådd                | >12,8                        | 12,8                                                 |
| TUFTE-9     | 90°                     | x                 | 5              | 1                        | 1,0                          | 0,0                                                  |
| TUFTE-10    | 45°                     | 20°               | 71,5           | 0                        | 0,0                          | 60,8                                                 |

**Tabell 2 Tekniske data**

Tekniske data for borehullene Tufte 1-10 2016.



## Geologiske observasjoner

Geologiske observasjoner har blitt fortetatt ved vanlig geologisk overflatekartlegging, studier av lidar terrengmodeller og ved nye kjerneboringer. I tillegg har jeg brukt helikoptergeofysiske kart. Se kartene 3-9 med forklaring, bak i denne rapporten, Ved kjerneboringene får vi ikke opp kjerner av løsmasser. Til det trengs et helt annet boreutstyr enn det vi bruker for å ta opp fjellkjerner. Likevel får vi et godt innblikk i løsmassene som vi borer gjennom siden vi merker på borehastigheten om det er harde eller bløte løsmasser vi borer i (er leira veldig bløt er det knapt noen boremotstand og boret må holdes igjen for ikke å forsvinne). Ved kjerneboringen pumper vi vann med høyt trykk ned i borerørene. Dette må til for å forhindre varmgang og ødelegging av borekrona. Løsmassepartiklene blir skylt opp til overflaten med borevannet og vi kan da lett se om det er leire, silt eller sand som kommer opp. Se tabell 3.

### Løsmasser

Det er først og fremst marine leireavsetninger som dekker fjellgrunnen i området. Ved boring på lokasjonene Tufte 3, 7 og 8 boret vi hhv 18, 13,5 og 15 meter i leire uten å komme til fjell. Boring nr 8 var på 45°, mens de to andre var vertikale. I borehullene 4, 5 og 6 var dybden til fjell rundt 8 meter. Se tabell 3. Alle disse borehullene var innenfor det som i det foreløpige kartet fra midten av juni var merket grønt, og som fremdeles er det på Kart 2 i denne rapporten. Ett unntak er et lite område nordvest for krysset mellom Gamleveggen og vegen nordover Borgjordet ved hus Gnr/Bnr 23/122 der det i følge eier (Bjønnes) ble sprengt i fjell til fundamentering av huset. Dette området er derfor nå merket blått på kart 2. Foruten dette området har vi ikke noen indikasjoner på at det er fjell på gravedybde i noen deler av de grønne områdene på kart 2, selv om dette ikke kan utelukkes.

Innenfor områdene markert med grønn farge på kart 2 er det svært bløte, og noen steder muligheter for kvikke leirer. Dette er det spesielt god grunn til å være oppmerksom på der en skal grave i terreng med helning. Dette gjelder spesielt området langs RV36 fra Fen og ned Tuftehavna. Vi vurderte det fra vår side som for risikabelt å bore ned i fjell her da det ikke kunne utelukkes at det nede i berggrunnen var sprekker som kunne være vannførende soner med høyt trykk, og som med tid kunne lekke ut og forårsake utvasking / utglidning av leireavsetningene.

Områder med påvist fjell i overflaten er vist med rødt på kart 2. I tillegg til området på vestsikanten ved boligområdet ut mot Tuftehavna / RV36 har det kommet opplysninger fra beboere i Gamleveien 23 at det er fjell i dagen rett under belegningsstein og grassplenen på denne tomte. Dette er nå skilt ut fra tidligere blått område på kart 2. Det understreker imidlertid den tidligere antakelsen at det kan være svært grunt til fjell i hele området markert med blått på kart 2. Dessverre var det ikke aktuelt å bore noen steder sørover i det blå området og heller ikke sør i det røde området. Disse delene forblir derved overlatt til antakelser, men observasjoner i felt og studier av lidar terrengmodell (kart 3) gjør det sannsynlig at det er grunt til fjell. Løsmasser åpenbart flyttet på mange steder i dette boområdet spesielt på kanten mot vest.

### Berggrunn

Hele området ligger innefor Fensfeltet. Fra kartlegging i felt og borekjerner fra fjell i de nye boringene (tabell 3) ser det ut til at det går et skille mellom bergartstyper øst og vest i Tufteområdet. Nå må det imidlertid presiseres at vi har sparsomt med observasjoner av fjell i området.

I borehull 1, 5, 6 og 9 er det rauhaugitt, mens i 2, 4 og 10 er søvitt. Spesielt i kjernene 2 og 10 er det soner med høyt innhold av pyroklor (niobmineral med thorium og uran). Dette er ikke overraskende siden disse boringene ble foretatt rett syd for Tuftefunken og antakelig representerer den sydlige fortsettelsen av niobmalmen der. I felt er det funnet blotninger av fjell i hele den nordre delen av det røde området på kart 2. Beboere jeg har snakket med videre sørover i Brattlia sier at de har dekket over fjellrabber med et tynt jordlag og sådd gras. Jeg har ikke spurt om å grave opp plenen deres. Men fra de blotningene jeg har sett er bergarten vesentlig søvitt slik som i borehull 2. Kjernen fra dette hullet gir viktig informasjon da det er boret 45° mot sydvest, samme retning som terrenget heller. Det tilsier derfor at det er søvitt videre sørover i og i vesthellinga fra Brattlia. Men dette er en antakelse da vi ikke fikk boret lenger sør her. Beboere av Gamleven 23 tillot at jeg så på fjell blottkagt i kjelleren her. Det var rauhaugitt, rødberg og damtjernitt. De samme bergartene ble påvist i borehull 1. Dette tilsier at berggrunnen i fortsettelsen mot syd av det blå området kan bestå av en kompleks blanding av disse bergartene, samt søvitter som er påvist i borehull 2 nord ved Brattlia og i hull 4 ved Bergverksveien.

| Borehull nr | Bergarter første 2 meter i fjell                                            | Løsmasstype            |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| TUFTE-1     | Rauhaugitt, litt thoriummineraler                                           | Leire, til dels bløt   |
| TUFTE-2     | Søvitt, stedvis med høyt innhold av niobmineraler med U og Th               | Ca 1 m Silt, hard      |
| TUFTE-3     | Fjell ikke nådd                                                             | Svært bløt leire       |
| TUFTE-4     | Søvitt; noe ankerittisert                                                   | Svært bløt leire       |
| TUFTE-5     | Rauhaugitt til dels med rødberg                                             | Svært bløt leire       |
| TUFTE-6     | Rauhaugitt; Heterogen, årer med Th                                          | Svært bløt leire       |
| TUFTE-7     | Fjell ikke nådd                                                             | Svært bløt leire       |
| TUFTE-8     | Fjell ikke nådd                                                             | Svært bløt leire       |
| TUFTE-9     | Rauhaugitt; Heterogen, årer med Th                                          | Ca 1 m Silt, hard      |
| TUFTE-10    | Søvitt i veksling med mørke silikatbergarter; Th og U i pyrokloransamlinger | Fjell; ingen løsmasser |

### Tabell 3 Geologi

Tabellen viser hvilken hovedtype med løsmasser som ligger over fjell i hvert av borehullene. De 1-2 øvre meterne med løsmasser er som regel mindre bløte lenger enn lenger ned.

Tabellen viser også hva slags bergarter som forekommer i den øvre delen av borehullene.



## Radioaktivitet

For Nome kommune er formålet med denne undersøkelsen først og fremst å finne ut av om det er radioaktive bergarter som må sprenges ut i traseene som velges for nytt vann og avløpssystem på Tufte. Deretter om dette er bergarter som er så radioaktive at de må sendes til egnet deponi etter oppgraving. Til hjelp i vurderingene som følger er det brukt:

- Geigerteller (Automess med AD17 probe for gammastråle-deteksjon). Denne er ikke nøyaktig kalibrert og målingene indikerer bare om det er høy eller lav gammastråling. Målinger ble foretatt på fjelloverflater ute i felt og på borekjernene som ble tatt opp i dette arbeidet (tabell 4). Instrumentet skiller heller ikke mellom gammastråling fra thorium og uran.
- Helikoptergeofysiske kart, gammastrålingskart som viser stråling fra thorium, uran og kalium (se kartene 4-9 med forklaring bak i rapporten).
- XRF-analyser av thorium og uran foretatt på fjelloverflater ute i felt og på borekjernene som ble tatt opp i dette arbeidet (tabell 4)- Det er brukt en håndholdt Niton XRF som gir semikvantitative analyser. Erfaring viser at det er brukbar overensstemmelser mellom disse analysene og mer nøyaktige analyser foretatt i laboratorier.

### Leireavsetninger

Det ikke påvist noen radioaktivitet av betydning i leireavsetninger. Disse har et strålingsnivå som er meget lavt og er strålingssmessig "normale" som leirer andre steder i landet.

### Forvittringsjord

Vi har ikke påvist noen radioaktive løsmasser ute i terrenget eller i borehull. Vi kan imidlertid ikke utelukke at det kan finnes radioaktiv forvittringsjord i området (slik som på Rullekoll/Rauhaug/N for Sjøve).

Dette vil i så tilfelle sannsynligvis være innenfor rødt og muligens blått område. Kartene av thorium og uran mikro-anomalier kan indikere dette, men dette dreier seg i så fall om minimal stråling og ikke noe i nærheten av det vi finner på Rullekoll/Rauhaug. Grunnen til at jeg likevel nevner dette er at det kan være at forvittringsjord er fylt over med tilkjørte masser i boligområdet Bergverksveien-Brattlia.

### Bergarter

I de borekjernene vi tok opp i den østre delen av området (1, 5, 6 og 9) er det rauhaugitt. I kjernene er det påvist variabelt, men til dels betydelig thoriuminnhold, og derved stedvis et forholdsvis høyt strålenivå (tabell 4). I hele området markert med grønt på kart 2 spiller det imidlertid ingen rolle om berggrunnen under er radioaktiv. Leirene dekker hele strålingen, og det radioaktive fjellet ligger dessuten langt under gravedybde.

Søvitt har soner med betydelig gammastråling. Søvitten har soner med både høy thorium og uran. Dette er vanlig også i Tuftestollen / Tuftesynken der Norsk Bergverk tok ut sin niobmalm. Søvitt er påvist flere steder på overflaten av området merket med rødt, samt i borehullene 2 og 10 som begge ligger innenfor rødt område. Om dette fortsetter hele veien sørover i det røde området er det ikke mulig så si sikkert fordi vi ikke har boret der. Ut i fra strukturer i søvitten å dømme er det imidlertid sannsynlig med en sydøstlig fortsettelse fra borehull 2.

I det området (ved Gamleven 23) som på kart 2 nå er merket med rødt nord i det blå området er det indikasjoner på at bergarter med mulig høyt thorium kan forekomme sørover i det blå området. Det er også fullt mulig at det i tillegg kan være radioaktiv søvitt under tynt overdekke sørover i det blå området.

| Borehull nr | Gammastråling bergarter<br>Rekogn.-målinger hele kjerne | Th<br>ppm | Th<br>ppm | Th<br>ppm | Th<br>ppm | Kommentarer                                          |
|-------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------------------------|
| TUFTE-1     | Middels / stedvis høy                                   | 90        | 226       | 201       | 264       |                                                      |
| TUFTE-2     | Middels / stedvis svært høy                             | 62        | 1111      | 257       | 118       | U= 391, 258, 586, 70, 244 (15 m parallelt overflata) |
| TUFTE-3     | Ingen bergart; normal leire                             |           |           |           |           |                                                      |
| TUFTE-4     | Middels                                                 | 110       | 311       | 115       | 137       | Spor av U                                            |
| TUFTE-5     | Middels / stedvis høy                                   | 54        | 48        | 182       | 191       |                                                      |
| TUFTE-6     | Stedvis svært høy                                       | 65        | 2235      | 4474      | 135       | Th på årer                                           |
| TUFTE-7     | Ingen bergart; normal leire                             |           |           |           |           |                                                      |
| TUFTE-8     | Ingen bergart; normal leire                             |           |           |           |           |                                                      |
| TUFTE-9     | Middels / stedvis høy                                   | 66        | 152       | 220       | 719       | Heterogen, årer med Th                               |
| TUFTE-10    | Middels / stedvis høy                                   | 469       | 52        | 83        | 142       | Th i niobanrikninger i søvitt                        |

**Tabell 4 Thorium, Uran, Gammastråling**

Gammastrålenivåene er målt med Automess utstyrt med AD17 probe som måler total gammastråling. Målingene er ikke kalibrert. Det gis derfor en kvalitativ kommentar til gammastrålingen i berggrunnen i hvert hull. Målingene er foretatt på bergartskjerne i hele borelengden. I leirene er det ubetydelig gammastråling.

De 4 kolonnene med Th ppm i tabellen viser gjennomsnittsverdier av 4 ulike domener i hver av bergartskjernerens øvre 2-3 meter. For borehull 2 er målingene utført i de øvre 15 meter (denne kjernen går til dels nokså parallelt med terrenget). Uran er påvist i betydelig mengde bare i kjerne 2. Bemerkninger om uran står bare i kommentarfeltet.

Th = thorium, U = uran.

## Konklusjoner og anbefalinger

### Områder med tykke leireavsetninger

Storre deler av Tufteområdet er dekket av leire. I hele den østlige delen av området er disse leireavsetningene sannsynligvis mer enn 8 meter tykke. Graving til 2 meters dybde i dette området medfører derfor liten risiko for å møte på fjell. Unntaket er i området rett nordvest for krysset mellom Gamleveien og Borgjordetveien.

Leirene som vi boret i er til dels svært bløte. Det kan ikke utelukkes at de stedvis kan være kvikke.

I de østlige, dype leireområdene er det lav risiko for utglidning ved graving oppe på flatene, men en bør unngå å legge traseer i eller for nær toppen av leireskreinter ved raviner da dette kan endre stabilitetsforholdene.

I skråningene fra søndre og vestre skrent på kart 2 (dvs langs RV 36 fra Vårheim gatekjøkken og mot Tuftehavna, samt mellom Brattlia på Tufte og Tuftehavna), er det sannsynligvis tykke leireavsetninger. Ravinene, der vi heller ikke ser fjell i bunnen, tyder på det. Men vi har ikke foretatt borer her da vi frykta at vi ved boring gjennom leirene og ned i fjell kunne komme på vannsoner med artesisk trykk nede i fjellet og at dette kunne føre til et kunstig vannoppkomme som kunne erodere / vaske ut leirene nedenifra og utløse utglidninger. Borer nede på jordet i Tuftehavna gikk 15 meter i leire i 45° mot øst (12,8 m vertikalt) uten å nå fjell. Jordene på begge sider av riksveien i dette området er sannsynligvis dype leirer. Jordene er høyst sannsynlig planert for en del år siden. I dette området bør en være forsiktig med graving i bratte skreinter. Det anbefales å gjøre geotekniske undersøkelser langs traseene før graving i leirene i disse helningene.

### Radioaktivitet

De fleste bergartene fra borekjernene og blotningene på overflaten som er observert innenfor hele Tufteområdet er radioaktive. Radioaktiviteten varierer over korte avstander fra lav til høy eller svært høy.

### Tykke leireavsetninger. Grønne områder på kart 2.

Det er ikke påvist noen høyere radioaktivitet i leirene enn det som er helt normalt andre steder i landet. Derfor: Så lenge det er tykke leireavsetninger er det ikke noen fare for radioaktivitet.

### Områder med fjell på overflaten / nær overflaten (< 2m dybde): røde og blå områder på kart 2.

I området merket med rødt på kart 2 er det mye fjell i overflaten, spesielt i nordvest. Både i borekjernene og på blottlagt fjell er det stedvis målt høy gammastråling, og semikvantitative XRF-målinger viser at det stedvis er høyt innhold av både thorium og uran. Det er en høy sannsynlighet for at graving innenfor det røde området, og sannsynligvis også innenfor deler av det blå området, vil føre til at en må grave/spreng i fjell. Det er da sannsynlig at mye av dette fjellet stedvis vil være temmelig radioaktivt. Det må imidlertid understrekes, at siden vi ikke kunne bore på de foreslåtte lokasjonene syd i de røde og blå områdene så har vi heller ikke håndfaste data herifra.

Siden det i det røde området, og sannsynligvis også i deler av det blå området, er fjell på / nær overflaten har dette fjellet over tid ikke vært beskyttet mot sterk forvitring av tykke leiredekker slik som lenger øst i Tufteområdet. I andre deler av Fensfeltet (for eksempel nord for Sørve, Rauhaug) er det stedvis forvittringsjord av underliggende søvitt og rauhaugitt. De radioaktive mineralene forvitrer langsommere enn karbonatene i bergartene og det er påvist flere steder at forvittringsjorda er mer radioaktiv enn den underliggende radioaktive utgangsbergarten. Det kan derfor, der løsmasser ligger over grunt fjell være en risiko for at løsmassene består av forvittringsjord som kan være spesielt radioaktiv. Dette har vi ikke påvist, men i de røde og blå områdene er det åpenbart flyttet på /tilkjørt masser i forbindelse med vei- og boligbygging og disse massene kan ligge over radioaktiv forvittringsjord grunnere enn 2 meters dybde.

I det røde og blå området bør graveprosjektet følges opp med målinger av radioaktivitet. Hva slags målinger som bør utføres må vurderes av Statens Strålevern.

Strålevernet bør også koples inn for vurdering av deponi av eventuelt utsprengt fjell og eventuell utgravd forvittringsjord i fra de røde og blå områdene. Ved sprengningen / utgravningen anbefales det at det nøye skilles mellom radioaktive og ikke radioaktive masser og at de holdes strengt adskilt. Dette vil redusere volumet av masser som eventuelt må på deponi.

De uran-og thoriumholdige mineralene i søvitter i det røde (og potensielt det blå) området er generelt svært motstandsdyktige mot forvitring i naturmiljøet. Sannsynligvis vil alle bergartene fra det røde og blå området kunne legges i et deponi med enkle midler. Massene er etter Regiongeologens oppfatning først og fremst uegnet til bruk i boligområder eller som andre fyllmasser. Regiongeologen foreslår at kommunen vurderer å lage et deponi et annet sted i kommunen. Dette burde det være enkelt å få til, men dette må gjøres i dialog med Statens Strålevern.

## ESTIMERT TIDSBRUK FOR GEOLOGISKE UNDERSØKELSER OG RAPPORTERING AV DATA FRA TUFTE

Undersøkelsene på Tufte er arbeider der Regiongeologen / NGU og Nome kommune har felles interesser. Det er bakgrunnen for at disse undersøkelsene ble utført som en del av den geologiske nykartleggingen av Fensfeltet. Noen av oppgavene i felt var spesifikke for problemstillingene i forbindelse med Nome kommunes ønsker. Det er imidlertid vanskelig å skille mellom behovene direkte tilnyttet arbeidet med nytt geologisk kart over Fensfeltet og arbeidet med Nome kommunes interesser på Tufte. Denne rapporten omhandler i stor grad bare Nome kommunes interesser og tidsforbruket for dette er forsøkt illustrert nedenfor.

Forarbeidene ble utført i mai-juni, boringene i slutten av juni-begynnelsen av juli, og etterarbeidet foretatt etter sommerferien, dvs fra 8. til 28. august.

### Forkortelser

RG = Regiongeologen

SD = Sven Dahlgren, Regiongeologen

BS = Björn Strömberg, Regiongeologen

NGU = Norges geologiske undersøkelse

GV = Geir Viken, NGU

### Forarbeider

#### Timer

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Geologiske undersøkelser ute i terrenget. SD, RG                                          | 48 |
| Utarbeidelse av foreløpig kart (endelig versjon er kalt kart 2 i denne rapporten), SD, RG | 12 |
| Avtaler med NGU spesifikt angående boringene på Tufte; SD, RG                             | 5  |
| Utforming av avtale med Nome kommune, SD, RG                                              | 6  |
| Informasjon til / samtaler med grunneiere og andre i Tufteområdet, SD, RG                 | 10 |
| Utarbeidelse av forslag til borelokasjoner, SD, RG                                        | 20 |
| Mailer / telefoner / møter med Nome kommune, SD, RG                                       | 8  |
| Tidsbruk forarbeider ymse assistenter, RG                                                 | 55 |

### Boringer

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Boreutstyr antall timer, NGU               | 94 |
| Geir Viken NGU                             | 94 |
| Björn Strömberg / Ingrid Sætersdal, RG     | 94 |
| Oppfølging av boringene SD, RG             | 30 |
| GPS innmåling av borehull 7.7.2016, SD, RG | 5  |
| Assistenter, innmåling med GPS, RG         | 10 |

Sagsplitting (RG ass.) og flytting av borekjerne til Regiongeologens lager på Barkåker ikke estimert

### Organisering og logistikk

|        |    |
|--------|----|
| SD, RG | 40 |
| BS, RG | 15 |

### Etterarbeid

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Kjerneundersøkelser, SD, RG                                                         | 8   |
| Kjerneundersøkelser, BS, RG                                                         | 2   |
| Rapport til Nome kommune: Kartproduksjon, vurderinger, skriving, layout etc, SD, RG | 110 |

### Oppsummering

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| Sum timer SD, Regiongeologen                         | 302 |
| Sum timer assistenter, Regiongeologen                | 176 |
| Sum timer Geir Viken, NGU (Logistikk ikke medregnet) | 94  |
| Sum timer brukt NGU's boreutstyr                     | 94  |



**Foto 1**  
*Borehull Tufte-1*



**Foto 1**  
*Borehull Tufte-2*



**Foto 1**  
*Borehull Tufte-3*



**Foto 1**  
*Borehull Tufte-5*



**Foto 1**  
*Borehull Tufte-6*



**Foto 1**  
*Borehull Tufte-10*

## KOMMENTARER TIL LIDAR TERRENGMODELLKART OG RADIOMETRISKE, GEOFYSISKE KART

Kartene på de neste sidene er brukt til tolkning og anbefalinger. Kartene må imidlertid brukes med forsiktighet og innsikt. Det kan fort bli levetvinte tolkninger som ikke har rot i virkeligheten. Disse kartene må derfor sees i sammenheng med og tolkes i lys av observasjoner foretatt ved geologisk kartlegging av berggrunnen, av løsmasser observert ute i terrenget, samt resultatene fra kjerneboringene.

### Kart 3 Lidar Terrengmodell

Dette er basert på laserscan fra fly foretatt av Statens kartverk. De opprinnelige LAS-dataene er klassifisert som bakketreff og vegetasjonstreff. Regiongeologen har filtrert ut data som bare har bakketreff og konstruert terrengmodell som vises som bakkeskygge i 2D. En effekt av modelleringen er at bygninger "blir borte". Der det er veldig mye vegetasjon blir det få bakketreff og terrengmodellen blir dårligere enn f.eks på åpne jorder. I Tufteområdet er det forholdsvis lite vegetasjon og terrengmodellen er ganske god. For eksempel vises plogfurer på enkelte jorder. Dette viser at høydeforskjeller på 1-2 dm kommer fram i modellen.

Noen observasjoner:

- Veier, veiskjæringer og veifyllinger kommer tydelig fram.
- I forbindelse med boligområder er det åpenbart planert og fylt på masser. Disse er sannsynligvis tilkjørt fra andre steder.
- I alle områder med dyrkningsjord er det bare svakt bølgende overflater. Dette er i motsetning til det ravinerte leirelandskapet i nordvestre hjørne og langs RV36 i den sydvestre delen av kartet. De fleste jordene har åpenbart vært bakkeplanert. Det betyr at leire og dyrkningsjord i ganske stor skala tidligere har blitt flyttet på.
- Nær det nordvestre karthjørnet ligger Tufte-synken. Den er tilsynelatende vannfylt på kartet, men det er den ikke. Dette er en feil i FKB kartdataene for vann fra Statens kartverk.
- I området ved Tufte-synken og sørøstover i boligområdet ved Bergverksveien og Brattlia er det et ruglete terreng. Dette skyldes i noen grad planering/utfylling, men viktigere er at det her er blottlagt bart fjell med tynt overdekke.

### Geofysiske kart (Radiometri)

Kartene 4-9 viser helikopter-geofysiske data. Dette er basert på målinger foretatt av NGU i 2006. Måledataene er reprocessert av NGU vinteren 2015/2016 da det viste seg at det var noen feil i den opprinnelige prosesseringen. Helikopterdataene er tatt opp med gammaspektrometer fastmontert på helikopteret som fløy med profilavstand på 50 meter. Da får vi kart over thorium, uran og kalium.

**NB! De radiometriske kartene viser kun stråling på og veldig nær overflaten. På Fensfeltet er det noen av bergartene, og i noen få tilfeller forvirringsjord fra disse bergartene, som er kraftig radioaktive. Marine leirer som dekker det meste av Fensfeltet inneholder svært lite thorium og uran, men virker som et skjold mot stråling fra underliggende radioaktivt fjell. Det skal bare i størrelsesorden 0,5-1,0 meter med leireoverdekke til for å redusere strålenivået med minst 90% av strålinga fra underliggende fjell. Det vil si at der tykke leireavsetninger eller fyllmasser fra andre steder ligger over**

**svært radioaktiv berggrunn så vil kartene ikke vise høye strålenivåer.**

Strålenivåene som er målt med helikopter over Tufteområdet er alle svært små i forhold til i enkelte andre deler av Fensfeltet. Det er derfor viktig at strålenivået i området ikke overdrives ved å feiltolke kartene. Dette illustrerer jeg ved å vise strålenivåene med 2 ulike kart både fra thorium, uran og kalium. Disse kartene har hhv lineær og det jeg har valgt å kalle "mikroanomalinivå". Det vil si at kartene med "mikroanomalinivå" viser områder med lav gammastråling og svært små variasjoner i disse, men disse små variasjonene vises på kartet med overdrevent store fargeforskjeller.

### Kart 4 Thorium lineær og kart 5 Thorium mikroanomalier

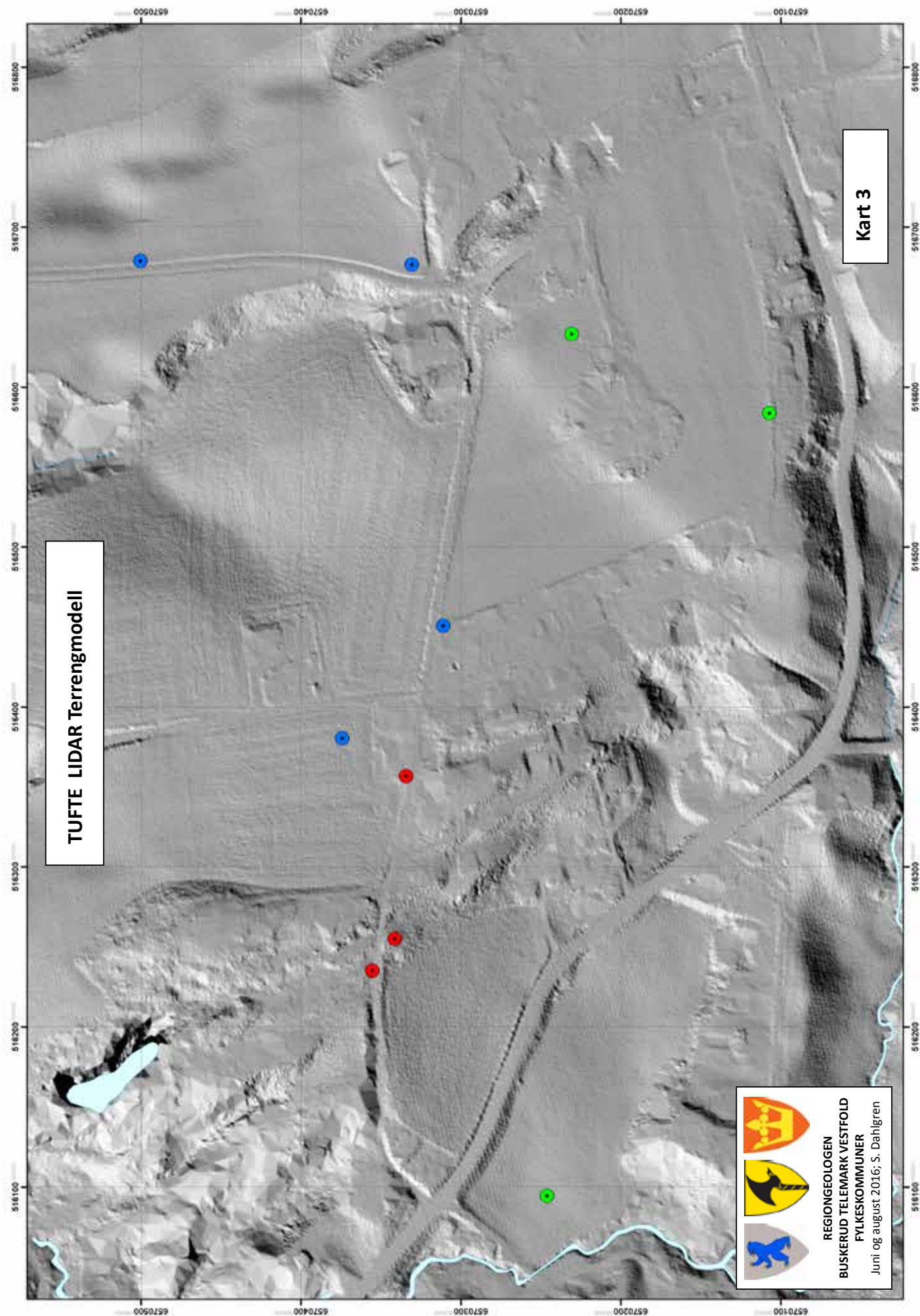
I kart 4, thorium lineært, vises dyp blå farge for gammastråling fra thorium av helt normalt bakgrunnsnivå (normalt i forhold til ellers i landet). Bare helt i nordvest på kartet, ved Tufte-synken og sørøstover i boligområdet, er det en svak thoriumanomali. På kart 5, Thorium mikroanomalier, vises det samme, men de små variasjonene vises bare mer detaljert. Disse anomaliene sammenfaller med områder der det er flere blotninger av søvitt (som inneholder forholdsvis mye thorium og uran) i dagen, dvs uten vesentlig løsmasseoverdekke. Legg merke til at helt i det sørøstre hjørnet av begge kartene blir en helt annen farge på anomaliene. Det skyldes at vi på sørsida av RV36 opp mot Rauhaug og Rullekoll kommer inn i områder med betydelige thoriumanomalier.

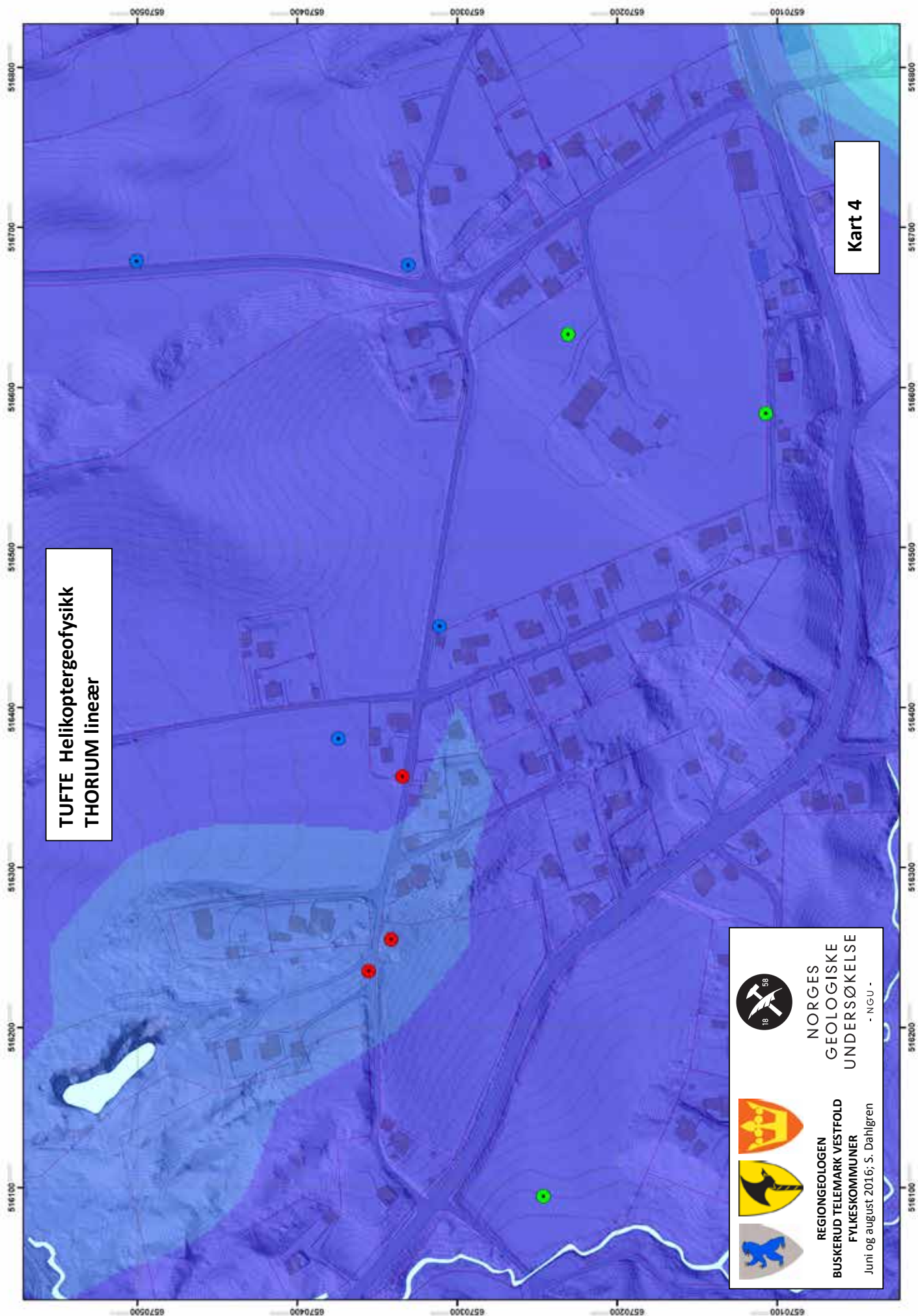
### Kart 6 Uran lineært og kart 7 Uran mikroanomalier

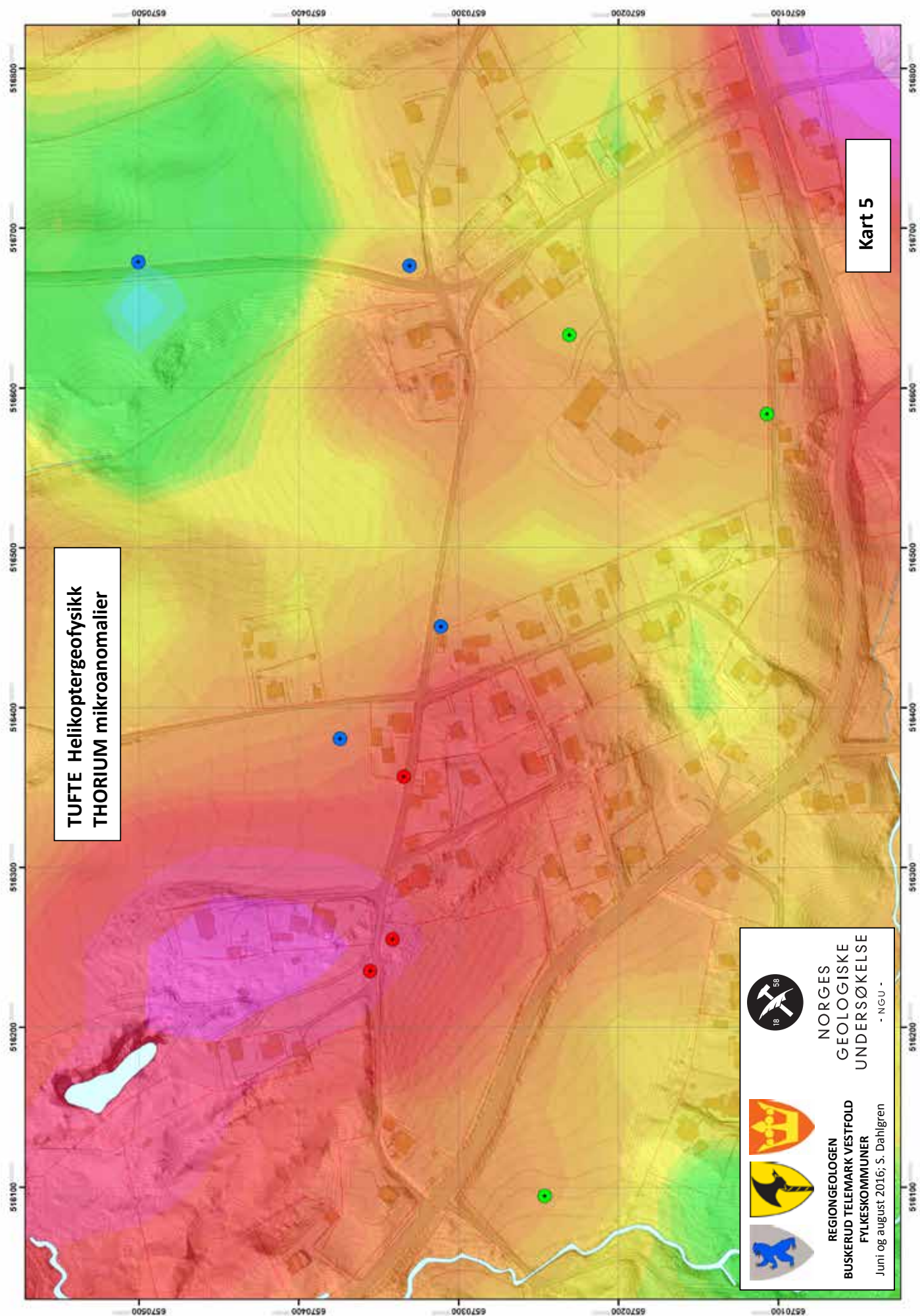
Kart 6, uran lineært, viser lav bakgrunn med grønn og blå farge. Bare i området ved Tufte-synken er det gulgrønn farge, dvs nivåer noe over normal bakgrunn. På kart 7, uran mikroanomalier, vises strålingen fra uran tydeligere. Dette området sammenfaller med thoriumanomaliene og med områder der det er fjell i dagen eller nær overflaten.

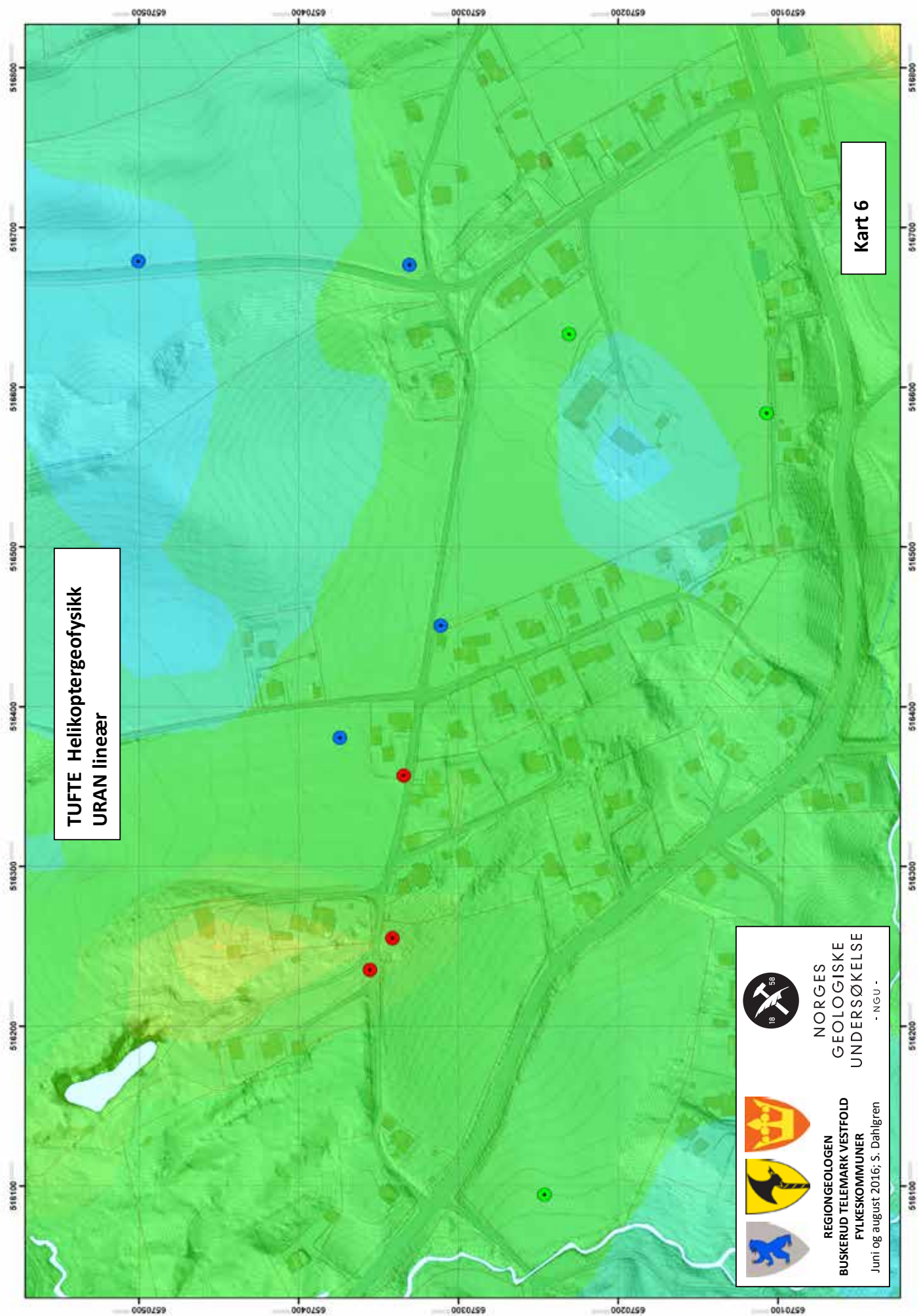
### Kart 8 Kalium lineært og kart 9 Kalium mikroanomalier

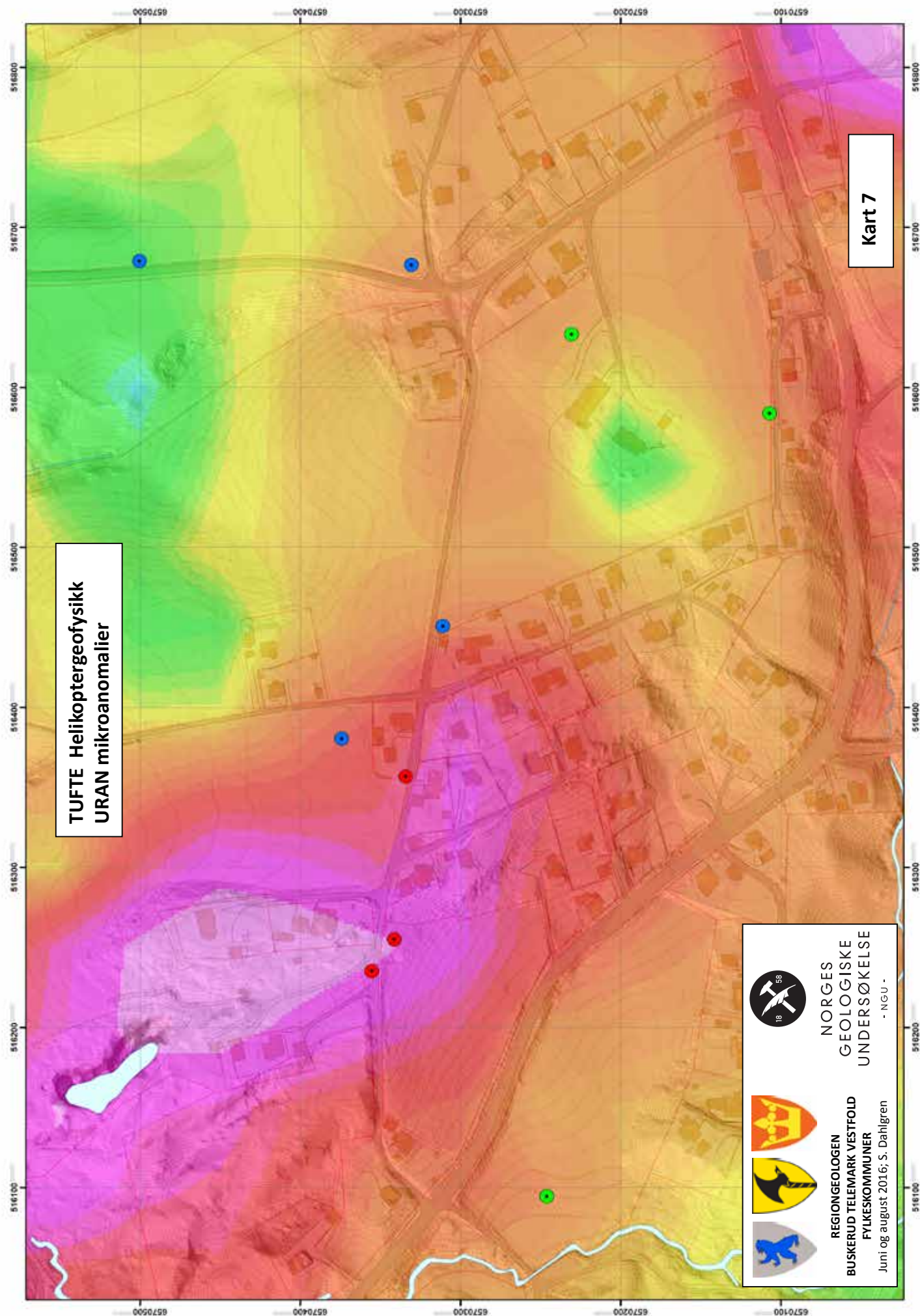
Kart 8, Kalium lineært, lys gult og grønt viser lave nivåer, mens oransje viser noe høyere nivåer. Det samme vises mer detaljert i kart 9, Kalium mikroanomalier. Karbonattittene i Fensfeltet (søvitt og rauhaugitt) har lite innhold av kalium og områdene med bart fjell har derfor lave verdier. Leire er derimot forholdsvis rik på kalium og områder med leire kommer derfor tydelig fram på kartene. Strålingen fra kalium er liten i hele området, og stråling fra kalium har uansett ikke noen negative helseeffekter.

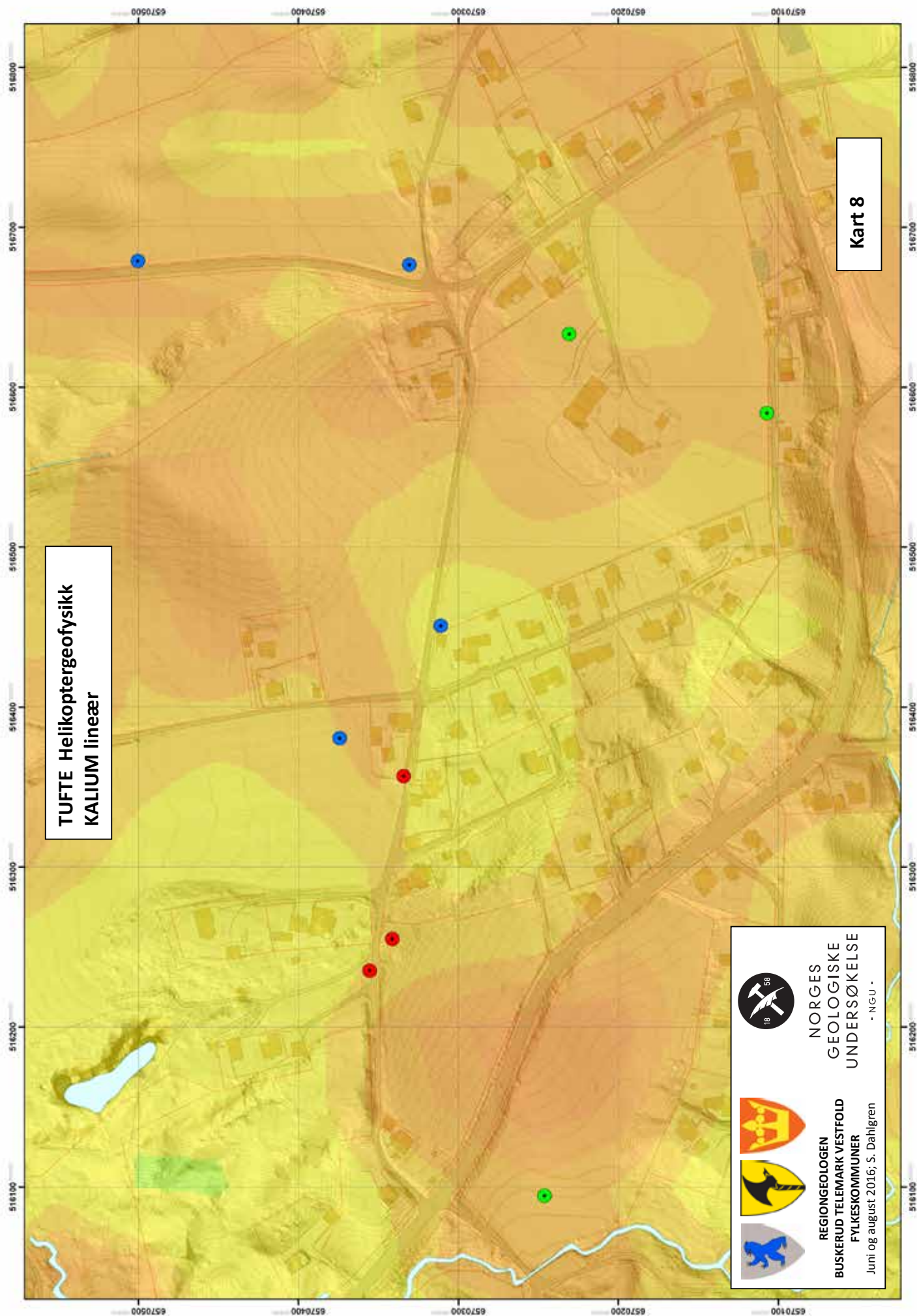


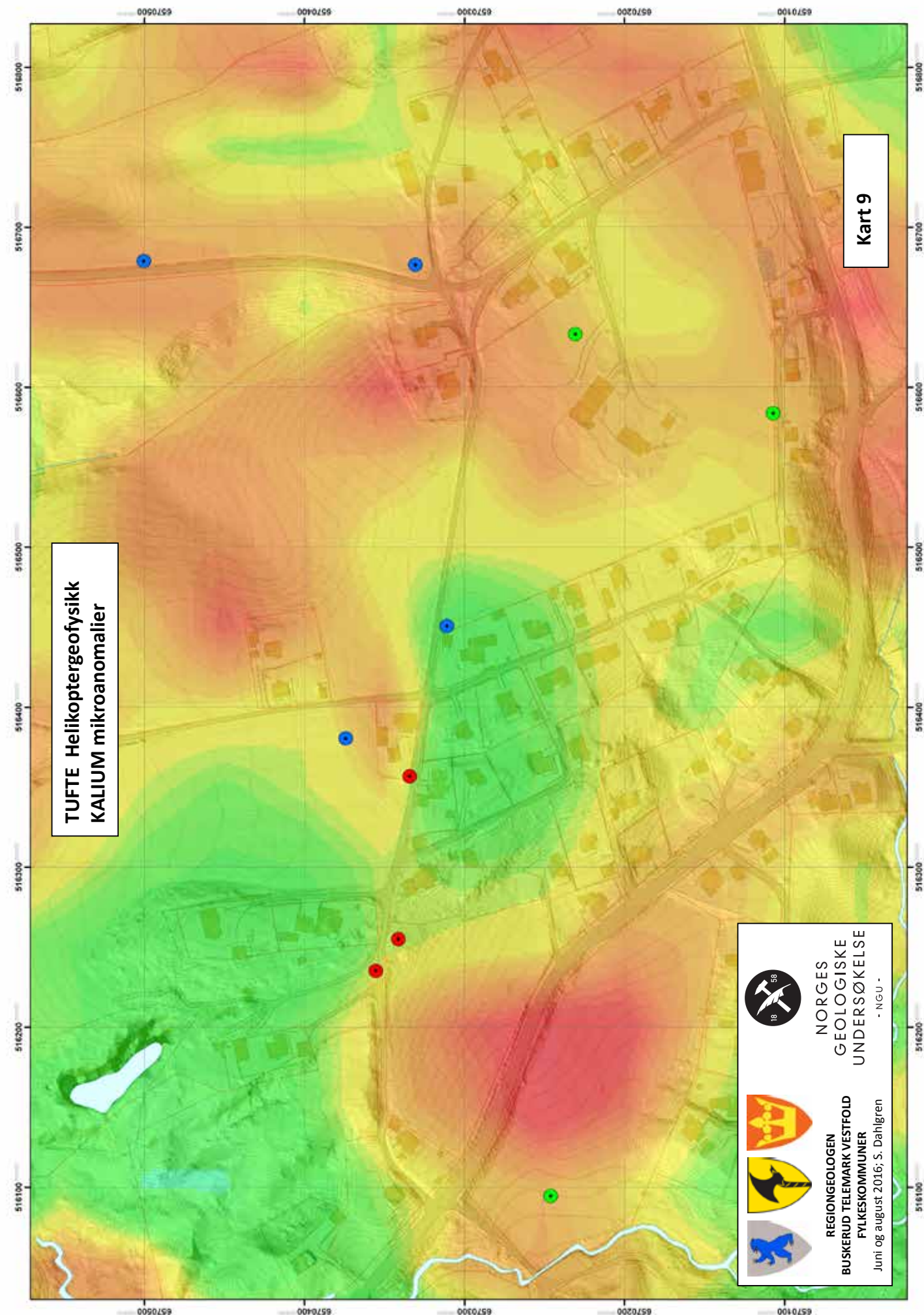














Regiongeologen  
Buskerud Telemark Vestfold  
Fylkeskommuner

