

# **GEOLOGI FOR SAMFUNNET**

SIDEN 1858



NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE  
· NGU ·



Rapport nr.: 2017.038		Gradering: Åpen	
<b>Tittel:</b> Undersøkelse av potensielle pukkeforekomster områder for masseuttak i Tønsberg Kommune, Vestfold			
<b>Forfatter:</b> Mark Simoni, Roald Tangstad, Lars Libach, Jakob K. Keiding, Kari A Aasly		<b>Oppdragsgiver:</b> Buskerud, Telemark, Vestfold fylkeskommuner, v/ Regiongeologen	
<b>Fylke:</b> Vestfold		<b>Kommune:</b> Sande	
<b>Kartblad (M=1:250.000)</b> Oslo		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b> 1813 I Horten	
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b> Tønsberg kommune		<b>Sidetall: 28</b>	<b>Pris:</b>
<b>Feltarbeid utført:</b> 2016 og 2018		<b>Rapportdato:</b> 2018-12-14	<b>Prosjektnr.:</b> 370000
		<b>Ansvarlig:</b> Kari A. Aasly	
<b>Sammendrag:</b> <p>Norges Geologiske undersøkelse (NGU) har undersøkt fire mulige nye uttakssteder for byggeråstoff i Tønsberg kommune. Områdene er utvalgt av Buskerud, Telemark, Vestfold fylkeskommuner, v/ Regiongeologen og arealplanavdelingen i Tønsberg kommune som en del av RPBA-avtalen i Vestfold.</p> <p>Undersøkelsene viser at det er en del en variasjon mellom syenitter og monzonitter i kommunen. Rombeporfy, som også opptrer i Tønsberg og har ofte meget høy kvalitet, ble ikke observert i de fire utpekte områdene.</p> <p>Kartleggingen og analysene viser at bergartene i de fire områdene har generelt god kvalitet til pukk, og er egnet til ulike bruksformål, både til alle typer vegfundament og til vegdekker der det ikke stilles spesielt høye krav til kvaliteten.</p> <p>Basert på foreliggende informasjon vurderer NGU at Taranrød Øst er best egnet som mulig masseuttak. I dette området er det allerede etablert drift på en bergart av god kvalitet og det er potensiale for å få ut store volum.</p> <p>Ettersom de eksisterende massetakene som er i drift i Tønsberg i dag har begrenset levetid og store deler av de utnyttbare ressursene kommer til å være brukt opp i løpet av de neste tiårene, vil nye masseuttak være viktig for å bidra til samfunnsutviklingen i regionen.</p>			
<b>Emneord:</b> Byggeråstoffer	Geologisk kartlegging	Pukk	
Kvalitet	Prøvetakning	Materialteknisk analyse	
Fagrapport	Tynnslipsanalyse	Mekaniske egenskaper	

## INNHOOLD

1. Innledning .....	3
2. Beliggenhet og generell geologi .....	3
3. Bergarter, byggeråstoffer og kvalitet .....	4
4. Feltarbeid og prøvetaking .....	6
5. Geologisk beskrivelse av de undersøkte områder.....	7
5.1 Himberg pukkverk.....	8
5.2 Taranrød pukkverk .....	9
5.3 Kjørsåsen.....	10
5.4 Tollerød .....	13
5.5 Taranrød vest .....	14
5.6 Taranrød øst.....	15
5.7 Freste pukkverk .....	16
6. Mekaniske analyser.....	18
6.1 Preparering av prøven.....	18
6.2 Testmetoder .....	18
6.3 Resultater .....	19
7. Radon .....	22
8. Konklusjon og anbefaling .....	24
9. Referanser .....	25
9.1 Geologisk kart.....	26
9.2 Petrografisk Analyse.....	27

## VEDLEGG

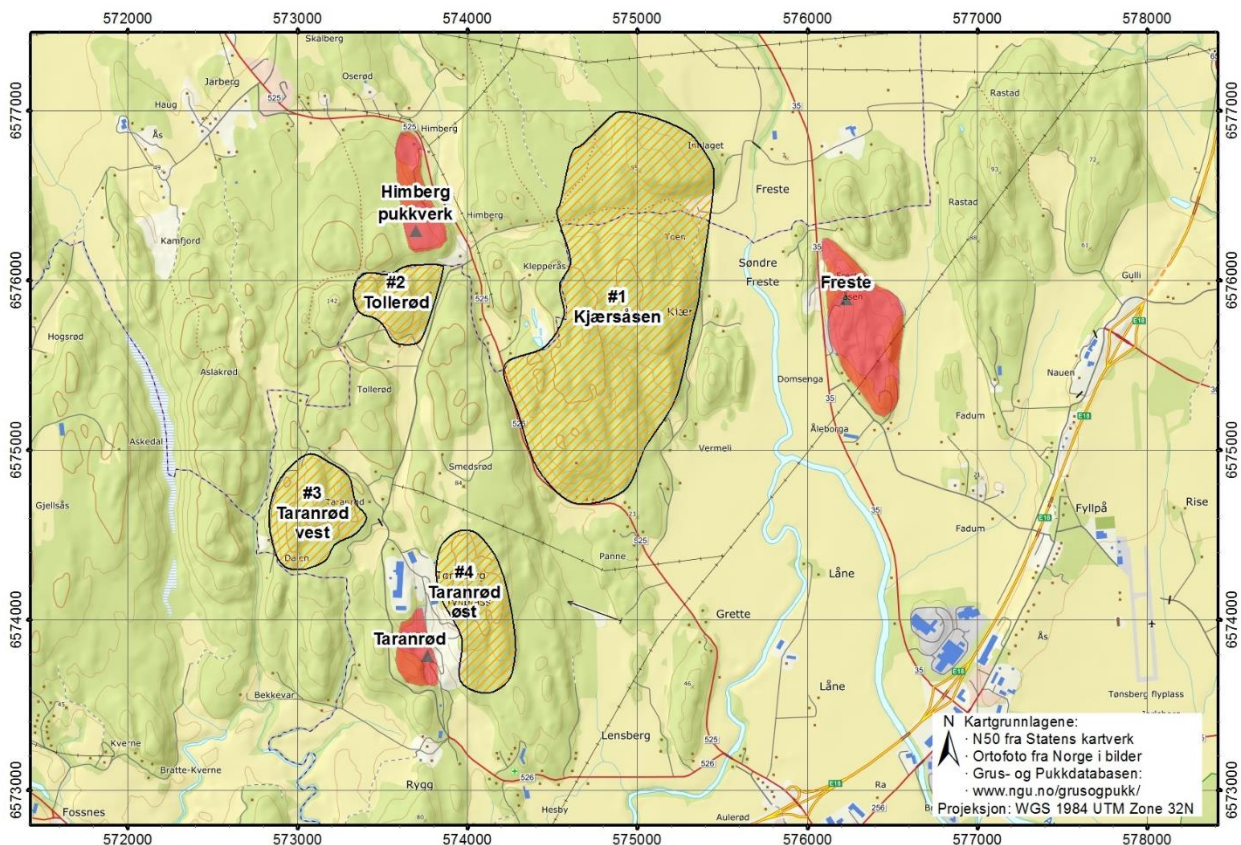
- 1: Geologisk kart med prøvepunkter
- 2: Petrografisk analyse

## 1. Innledning

I et samarbeidsprosjekt mellom Buskerud, Vestfold og Telemark fylkeskommuner v/regiongeologen og Norges geologiske undersøkelse (NGU) er det foretatt undersøkelse av områder for pukkverksdrift. Formålet var å få en oversikt over geologien innenfor områder utpekt av Buskerud, Telemark, Vestfold fylkeskommuner, v/Regiongeologen og arealplanavdelingen i Tønsberg kommune, med prøvetaking av de ulike bergartstypene og analyser av mekaniske egenskaper. Resultatene av undersøkelsen er ment å gi en oversikt over kvaliteten av bergarter for potensiell pukkproduksjon i de ulike områdene. Dette er grunnlagsdata for Tønsberg kommune til å planlegge fremtidige masseuttak med lang driftshorisont (> 200 år). Ettersom som Tønsberg og Re kommuner er vedtatt sammenslått er det også gjort en befaring i de tilstøtende områdene i Re. Dette ble utført etter ønske fra Tønsberg kommune tidligere i 2018.

## 2. Beliggenhet og generell geologi

Figur 1 viser beliggenhet av eksisterende masseuttak i området registrert i NGUs grus- og pukkdatabase mens Figur 2 viser flyfoto av samme område. Transportavstand og fraktkostnader er viktige kriterier for lavprisprodukter som pukk. De undersøkte områdene er også godt egnet rent logistisk sett med nærhet til E18, som er en fordel for regional transport, og ikke langt unna Tønsberg.



Figur 1: Oversiktskart som viser områdene (skravert) som Tønsberg kommune hadde pekt ut samt eksisterende masseuttak i Tønsberg og Re (NGU 2017) (røde areal).

Områdene som er kartlagt tilhører Oslofeltet, en geologiske provins omkring Oslofjorden som strekker seg fra Langesund i sør til Brumunddal i nord.

Berggrunnen i Tønsbergområdet består dels av dagbergarter i form av rombeporfyrer, dels dypbergarter av monzonittisk til syenittisk sammensetning. I alle de undersøkte områdene forekommer kun monzonitter og syenitter. I deler av Tønsberg kommune er berggrunnen dekket av løsmasser med leire og sand, men i de undersøkte områdene er slik overdekning generelt liten.

### **3. Bergarter, byggeråstoffer og kvalitet**

Byggeråstoffer brukes til bygge- og anleggsformål, som for eksempel veier, asfalt og betong. Råstoffene tas ut fra fjell ved sprengning ( gjerne kalt puk) eller fra naturlige løsmasser, som for eksempel grusavsetninger. Materialet knuses og sorteres før bruk.

Pukk produseres av ulike bergarter og har derfor forskjellige mekaniske egenskaper. Byggeråstoffer kvalitetsundersøkes med standardiserte mekaniske testmetoder som beskriver motstandskraft mot nedknusing (Los Angeles) og slitasje (kulemølle og micro-Deval). Slitasjeegenskapene er spesielt viktig for materiale til bruk i vegdekker pga. bruk av piggedekk (kulemølle). Krav til slitasje stilles også for materiale for bruk i bære- og forsterkningslaget (micro-Deval). Detaljert beskrivelse av testmetodene er gitt av Erichsen (2012).

Til enkelte formål, som for eksempel vegbygging, stiller Statens Vegvesen spesielle krav til testing av bergarten (se beskrivelse fra Statens vegvesen (2014)). Dette er for å sikre at vegen holder en standard som tilfredsstillende en viss trafikkbelastning. Det stilles krav til bergartens knuse- og slitasjemotstand i fundament og vegdekke.

Det stilles også krav til kornformen til materialer uttrykt ved flakindeks (FI). Ettersom flisig kornform gjerne gir dårligere mekaniske egenskaper, er det ønskelig at det knuste materialet er mest mulig kubisk, det vil si har lavt flakindeks.

Til betongformål stilles ingen spesielle krav til mekanisk styrke, med unntak for høyfastbetong, hvor tilslaget ofte bestemmende for betongens totalstyrke. For vanlig betong bør tilslaget inneholde minst mulig glimmerminerale og det er heller ikke ønskelig med magnetkis (jernsulfid). Videre er kornformen av betydning for støpeligheten.

Andre viktige parametere vurdert for tilslag til betong er innholdet av grunnstoffer som har høy radioaktivitet (se under) samt risikoen for kjemiske reaksjoner (såkalt alkali-kisel reaksjoner). Det siste forholdet er ikke vurdert i denne rapporten.

Selv om det ikke stilles krav til en bergarts egenvekt, uttrykt ved densitet, bør den verken være for lav eller for høy. Generelt ønskes lav densitet, da det gjør transporten billigere og begrenser klimapåvirkningen av puk. Til enkelte formål, som en stor blokkstein til diker eller tung ballaststein som tildekkingsmateriale til oljerørledninger på sjøbunnen etc. kan det stilles krav til minimum egenvekt, men det er unntaket. Markedsdelen for spesialprodukter med høy egenvekt er forholdsvis liten.

Radon er en naturlig forekommende radioaktiv gass, som siver inn i boliger fra undergrunnen og som kan forårsake lungekreft. Det anslås at 2 % av alle krefttilfeller i Europa er relatert til radonpåvirkning (Darby *et al.* 2005). Radon dannes kontinuerlig fra uran (U) som forekommer i små mengder naturlig i alle bergarter, men i varierende mengde. Statens strålevern (2015)

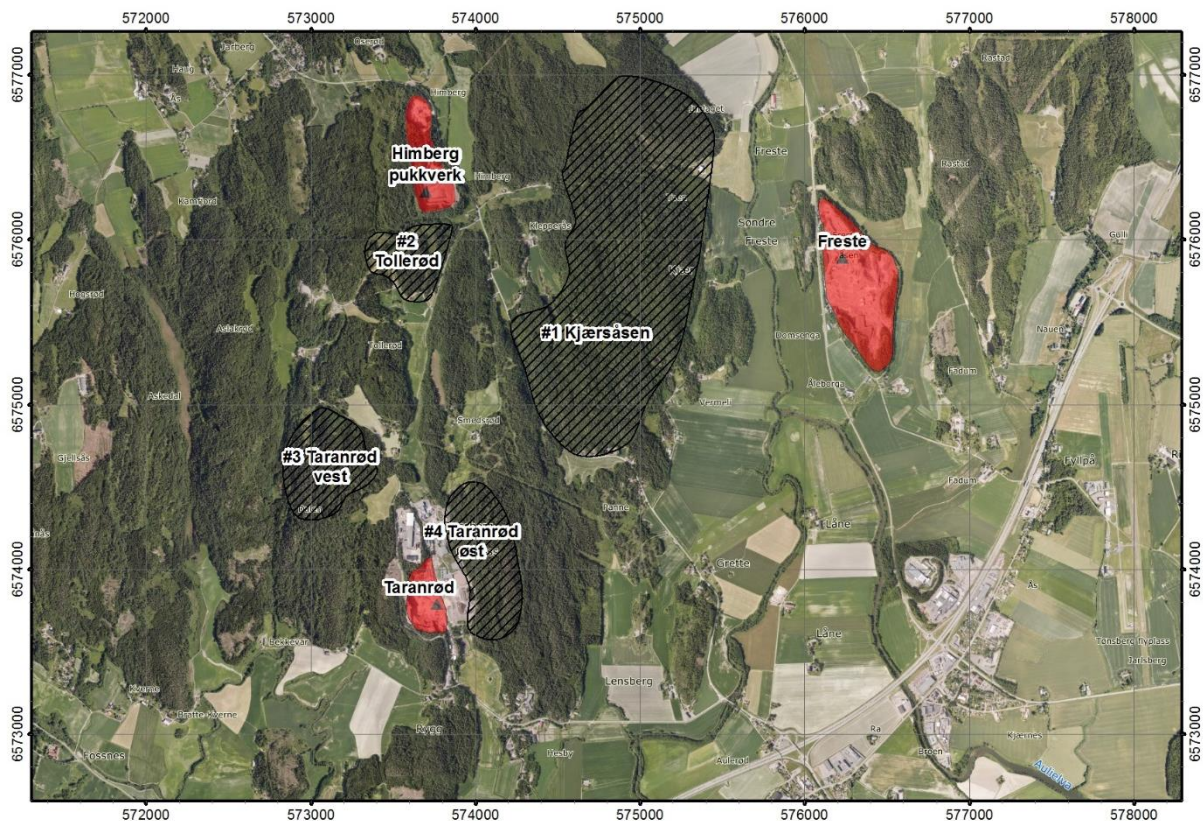
anbefaler for byggeråstoffer til anvendelse under og rundt bygninger for varig opphold at konsentrasjon av radium ( $^{226}\text{Ra}$ ) i massene bør være så lav som mulig, og lavere enn 150 Bq/kg (becquerel per kilogram). For pukk tilsvarende dette 12 ppm uran (parts per million dvs. mg/kg). Det finnes ingen nedre terskelverdi for når radon gjør skade og derfor bør byggeråstoffer til bygninger og omkring dem ha så lave radonkonsentrasjoner som mulig, men NGU anbefaler at masseuttak til bygningsformål ikke bør ha konsentrasjoner over 5 ppm U (Watson *et al.* 2013). Uttak kan finne sted fra forekomster med høyere urankonsentrasjon, men da bør medianverdien av 20 representative prøver være  $\leq 10$  ppm U og løpende overvåkes. (se Watson *et al.* (2015) og NGU (2016) for ytterligere beskrivelse). I denne rapporten beskrives enkeltstående gammaspektromettermålinger og disse er sammenholdt med geofysiske målinger for å få en indikasjon på radonnivået i området. NGU anbefaler at det foretas en mer detaljert prøvetakning for vurdering av konsentrasjon av radium og uran for pukkforekomster der det skal drives uttak.

De fleste bergartene som beskrives i denne rapporten er kvartsfattige (0-8%) og feltspatrike (60-75%) størkningsbergarter. Vi har brukt mineralogiske analyser for å gi nøyaktig klassifisering av dem: syenitt, monzonitt, monzodioritt og dioritt. Selv om disse bergartene har ulike navn, er de ganske like i egenskaper. Navnsettingen bestemmes av forholdstallet mellom de to feltspattypene alkalifeltspat og plagioklas. For varianter med mer enn 5% kvarts, er prefix kvarts- benyttet (for eksempel kvartsmonzonitt). I geologisk litteratur fra området benyttes ofte «larvikitt» i stedet for monzonitt.

Tekstur og kornstørrelse varierer i bergartene. Vi har beskrevet størrelse på mineralkorn fra fin- til grovkornet (se tabell i Vedlegg 2). Noen ganger har bergartene en tekstur der store krystaller opptrer i en finkornet matriks. Slik tekstur kalles porfyrisk, og de store krystallene fenokrystaller. Hvis alle mineralkorn er like store, er bergarten jevnkornet.

Flere steder bruker vi begrepet «gang», som i geologisk forstand er en plateformet lavabergart som har trengt inn og størknet i en sprekkeåpning i de andre bergartene. Dersom det mange ganger i et område, kan dette være ødeleggende for byggeråstoffkvaliteten, men dette er ikke kvantifisert i dette prosjektet.

Vi bruker også begreper som «frisk» og «omvandlet». «Frisk» er bergarter som har beholdt mineralogisk sammensetning og kjemi fra de størknet dypt under overflaten. «Omvandling» brukes når bergartene gjennom kontakt med mineralholdig vann har blitt endret; det kan være bleking (hvitfarging av feltspat) eller oksidering (rødfarging grunnet oksidasjon av jern). Slike forhold er ikke nødvendigvis kvalitetsforringende.



Figur 2: Flyfoto viser de fire undersøkte områdene, Taranrød øst og vest, Tollerød, og Kjæråsåsen (skravert) samt eksisterende masseuttak i Tønsberg og Re (NGU 2017) (røde areal).

#### 4. Feltarbeid og prøvetaking

Feltundersøkelsene ble utført i 2016 og etter ønske fra Tønsberg kommune supplert med flere undersøkelser høsten 2018.

Feltarbeidet omfattet geologiske undersøkelser av fire områder, se Figur 2, som ble undersøkt dels i slutten av mai 2016 (de tre områdene omkring Taranrød og Himberg: Taranrød øst og vest, og Tollerød), mens området Kjæråsåsen ble undersøkt i september 2016. Den delen av Kjæråsåsen som ligger i Re kommune ble befart høsten 2018. Bergarten som finnes på Tollerød fortsetter inn i Re kommune, og hele forekomsten Himberg ble derfor undersøkt. Som det fremgår av Figur 1 og Figur 2 er det to store brudd i Tønsberg kommune, Taranrød (se Figur 2) og Freste (øst for Kjæråsåsen). Begge forekomstene ble også befart og prøvetatt men ikke nærmere undersøkt, da de er registrert og vurdert av NGU tidligere.

Tabell 1 gir en oversikt over prøver innsamlet under feltarbeidet, mens det geologiske kartet i vedlegg viser prøvenes plassering. I alt ble 20 prøver innsamlet for fremstilling av tynnslip og petrografisk analyse. 6 av disse prøvene var også samlet inn for undersøkelse av mekaniske egenskaper.

Tabell 1: Prøveliste

Området#	Prøve#	Området navn	Beliggenhet	Øst	Nord	M	H	T	Fig.	Bergart
0701-501	099561	Frete	Sør (A)	576408	6575429	x	x		<u>31, 32</u>	Rombeporfyrr
0701-501	099562	Frete	Overgang (B)	576465	6575543	x	x		<u>33, 34</u>	Kvartssyenitt
0701-501	099563	Frete	Nord (C)	576227	6575712					Monzonitt
0704-507	099551	Hesby	Veiskjæring	574471	6573085	x	x	x	<u>29</u>	Rombeporfyrr
0704-502	099554	Taranrød	Brudd	573716	6574042	x	x	x		Kvartssyenitt
0704-503	099555	Taranrød øst	Taranrød øst 1	573988	6573897			x	<u>24, 25</u>	Kvartssyenitt
0704-503	099556	Taranrød øst	Taranrød øst 2	574219	6574092			x	<u>26, 27</u>	Syenitt
0704-503	099557	Taranrød øst	Taranrød øst 3	574187	6573842			x	<u>28</u>	Kvartssyenitt
0704-506	099560	Taranrød vest	Taranrød vest	573153	6574823				<u>21, 22</u>	Kvartsmonzonitt
0704-504	128322	Kjæråsåsen	KJ-1	575076	6575379			x	<u>13</u>	Monzonitt
0704-504	128323	Kjæråsåsen	KJ-2	575096	6575597			x		Monzodioritt
0704-504	128324	Kjæråsåsen	KJ-3	575052	6575591			x		Kvartsmonzonitt
0704-504	128325	Kjæråsåsen	KJ-4	574975	6575574			x		Dioritt
0704-504	128326	Kjæråsåsen	KJ-5	574507	6575554			x		Monzonitt
0704-504	128327	Kjæråsåsen	KJ-6	574721	6575132			x		Monzonitt
0704-504	128315	Kjæråsåsen/Vermeli	KJ-7	575291	6575202	x		x	<u>15, 16</u>	Kvartssyenitt
0716-503	099564	Himberg	0716-503 A	573706	6576402			x	<u>5</u>	Kvartssyenitt
0716-503	099565	Himberg	0716-503 B	573681	6576296			x	<u>6</u>	Kvartsmonzonitt
0716-503	099566	Himberg	0716-503 C	573808	6576234			x		Monzodioritt
0716-505	099569	Tollerød	Tollerød	573670	6575927			x	<u>18, 19</u>	Monzodioritt

Prøveposisjoner er gitt i UTM (ETRS89 UTM sone 32 datum WGS84) Prøve-/analysetype er angitt som følger: M; mekaniske prøver. H; håndstykker. T; tynnslip.

## 5. Geologisk beskrivelse av de undersøkte områder

Tønsberg kommune har to pukkverk i drift, Taranrød (NGU forekomstnr 0704.502) og Frete (NGU forekomstnr 0704.501). Himberg pukkverk (NGU forekomstnr 0716.503) er det eneste pukkverk i drift i Re kommune (Figur 1; se også NGUs database). Alle tre er klassifisert som forekomster av regional betydning (se Dahl *et al.* (2014) for en diskusjon av kriterier).

Denne rapporten beskriver de fire nye områdene som er vist på Figur 1 og 2. I tillegg ble det også tatt nye prøver på de tre tidligere registrerte pukkforekomstene i drift (Figur 1) for å oppdatere informasjonen derfra.



## 5.1 Himberg pukkverk

Himberg pukkverk er delt i to dagbrudd: den nordlige delen inneholder produksjonsanlegget, mens det er i den sørlige delen det foregår uttak i dag. I denne delen opptrer tre forskjellige bergarter. I den nordre delen av uttaket finnes en rød syenitt, som har i sør har en skarp overgang til blå-grå middelskornet monzonitt som igjen har en gradvis overgang til en mer inhomogen sone med grå monzodioritt i den sørlige delen av uttaket.



Figur 3: Himberg pukkverk. Bildet viser den sørlige delen av dagbruddet mot nord-øst; produksjonsanlegget ligger 350 m lengre mot nord (bak skogen på høyre bildeside). To av de tre bergartene som finnes i uttaket er synlig, en rødlig syenitt på høyre bildeside (nord) med en skarp overgang til en grå monzonitt på venstre billedelen (øst).



Figur 4: Håndstykker av bergarter som finnes i Himberg pukkverk. Blokken som er størst er grå monzonitt, til øverst til høyre er en rødlig syenitt, og nederst en mørk monzonitt.



Figur 5: Rødlig syenitt med porfyrisk karakter som finnes i den nordlige delen av dagbruddet (høyre side av Figur 3).



Figur 6: Grå-blå monzonitt med porfyrisk karakter som finnes i midtre deler av dagbruddet. Sleggehammer for skala (lengde ca. 90 cm).



Figur 7: Drift som fortsetter mot sør går inn i en overgangssone fra monzonitt til monzodioritt. Bildet er tatt mot sør-øst.

## 5.2 Taranrød pukkverk

Taranrød pukkverk strekker seg i retning nord-sør (Figur 8) og ligger på vestsiden av Tønsberg fyllplass, et avfallsdeponi for ordinært avfall. Massetaket drives på en rødlig-grå kvartssyenitt. Det er observert noen ganger med mer finkornet bergart som går på tvers av forekomsten, se Figur 9 og Figur 10. Det meste av det utnyttbare materialet er allerede tatt ut, og gjenfylling med deponimasser er påbegynt i den nordlige delen av bruddet.



*Figur 8: Taranrød pukkverk sett mot sør. Til venstre bak gjerdet ligger avfallsdeponiet Tønsberg fyllplass. I forgrunnen ses oppfylling av dagbruddet med deponimasser.*



*Figur 9: Bildet tatt mot nord-øst viser to ganger som krysser tvers gjennom dagbruddet på Taranrød. Kvartssyenitt, som vanligvis er grå, har fått en rødlig farge langs intrusjonene på grunn av oksidasjon av jernholdige mineraler.*



*Figur 10: Detaljbilde av gangen til høyre i Figur 9.*



*Figur 11: Detaljbilde av kvartssyenitten fra Taranrød pukkforekomst. Bildet tatt på samme sted som Figur 8.*

### 5.3 Kjærsåsen

Kjærsåsen ligger umiddelbart øst for vei 23 og er det største område som er undersøkt i forbindelse med dette feltarbeidet. Som det fremgår av Figur 2 er dette området forholdsvis gjengrodd, dette har gjort kartleggingen utfordrende og det har ikke vært mulig å ta mekanisk prøve fra den sentrale delen av området som i utgangspunktet hadde vært ønskelig, prøven som er tatt fra området er fra Vermeli. En prøvetaking vil forutsette et mer omfattende prosjekt.

Lengst mot nord finnes et mindre område med grovkornet stedvis porfyrisk monzonitt. Bergarten består av 1-2 cm store tabulære korn med en lysere rosa matris (se Figur 12). Det var ikke mulig å ta en representativ prøve i dette området. Helt i nord (langs kommunegrensen til Re) er det en topografisk forsenkning i terrenget. Det er uklart hva denne skyldes, men vi kan anta at det er en svakhetssone. Samme bergart forsetter nord for forsenkningen

Sør for den porfyriske monzonitten opptrer en mer jevnkornet variant av monzonitt, som er den dominerende bergarten i området. Monzonitten viser i felt kun begrenset variasjon i tekstur og mineralogi men varierer i noen grad i friskhet og omvandling, især av feltspat (Figur 13-21). Generelt fremstår bergarten som homogen og har kun små mineralogiske variasjoner, dog med noe økende innhold av hornblende sørover mens klinopyrokseninnholdet avtar samme retning. Bergarten er hovedsakelig jevnkornet men er stedvis også svakt porfyrisk (se vedlegg 2).

Mot sør avtar innholdet av plagioklasfeltspat mens mengden av alkalifeltspat øker. Med en overgang på ca. 100 m går monzonitten over i en grå syenitt som gradvis får rødbrun farge og blir mer grovkornet (Figur 15). Det er denne rødbrune syenitten som er prøvetatt for mekanisk test mot sørøst (Vedlegg 1), det eneste sted hvor det var mulig å få adgang til frisk og stor nok prøve (ca. 60 kg) til mekanisk test (se Figur 16). Bergarten her er en middelskornet kvartssyenitt bestående primært av alkalifeltspat, plagioklas, hornblende, klinopyroksen og kvarts (prøve KJ-7, vedlegg 2).

En liten diorittgang med en tykkelse på 0,5-1m ble observert og prøvetatt (Prøve KJ-4, Vedlegg 2). Gangbergarten er vesikulær med blærer fylt av karbonat og kloritt og har tydelig magmatisk bånding. Det forekommer dessuten flere omtrent N-S gående lineamenter som her tolkes som forkastninger, men vi kan ikke se bort fra at det kan være gangintrusjoner under overdekke som foreslått av Heier (2015). Dette er ikke kvantifisert i denne rapporten, men frekvensen av slike ganger bør undersøkes detaljert hvis området prioriteres for utvinning, da omfanget av dem kan ha betydning for gjennomsnittskvalitet og økonomi.

Området dekker et areal på 1,8 mill m<sup>2</sup>, og regnet ned til laveste topografiske punkt inneholder det ca. 134 mill m<sup>3</sup> stein.



*Figur 12 Nærbilde av grovkornet monzonitt fra den nordlige delen av Kjæråsåsen som ligger i Re kommune.*



*Figur 13: Bilde av relativt frisk monzonitt fra*



*Figur 14: Monzonitt fra Kjæråsåsen med Kjæråsen. omvandlet (bleket) porfyrisk feltspat.*



*Figur 15: Frisk syenitt fra Kjæråsåsen med middels- til grovkornet kornstørrelse.*



*Figur 16: Feltbilder fra gammelt brudd ved Kjæråsåsen hvor det ble tatt prøve av syenitt til mekanisk analyse.*

## 5.4 Tollerød

Tollerød ligger i nord på grensen mellom Tønsberg og Re kommuner, mellom Himberg pukkverk i nord og bosetting Tollerød (Taranrødveien 118, 3171 Sem) i sør. Området består av en bakke dekket med skog, som er begrenset mot øst og vest av to NNØ-SSV orienterte svakhetssoner som danner topografiske forsenkninger i terrenget. Det finnes også flere andre sprekkesystemer som danner mindre topografiske rygger og forsenkninger i området (Figur 17). Hele området består av en homogen, jevnkornet, mørk grå middels- til grovkornet monzodioritt (Figur 18 og 19) med noe variasjon som beskrevet i avsnitt 5.3 for Kjærsåsen. Dette er samme bergart som vi finner i den sørlige delen av steinbruddet ved Himberg. Mekaniske prøver ble ikke tatt, fordi det ikke ble funnet egnet prøvelokalitet med tilstrekkelig mengder friskt, uforvitret steinmateriale.

Området dekker et areal på 170.000 m<sup>2</sup>, og regnet ned til laveste topografiske punkt inneholder det ca. 13 mill m<sup>3</sup> stein. Dersom man regner med området nord for Tollerød (Himberg) i tillegg vil volumet to- til tredobles.



*Figur 17: Området ved Tollerød er dekket med skog og viser karakteristiske forsenkninger i terrenget som er skyldes store sprekkesystem/svakhetssoner.*



*Figur 18: Bergarten i Tollerødområdet er relativt massiv og homogen.*



*Figur 19: Den friske bergartsoverflaten viser en grå til mørk grå og jevnkornet middelskornet monzonitt.*

### **5.5 Taranrød vest**

Ved feltundersøkelsen av området ved Taranrød vest ble bare én bergart observert, en rødlig-grå kvartsmonzonitt, se Figur 21 og Figur 22, området er svært overdekket. Det ble ikke tatt prøve til mekanisk analyse fordi det ikke ble funnet egnet prøvelokalitet. En prøvetaking vil forutsette et mer omfattende prosjekt.

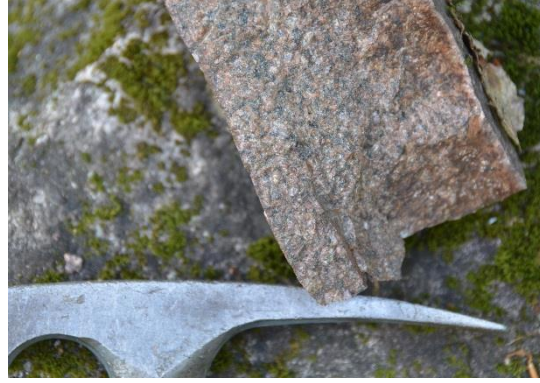
Området dekker et areal på 270.000 m<sup>2</sup>, og regnet ned til laveste topografiske punkt inneholder det ca. 20 mill m<sup>3</sup> stein



*Figur 20: Området Taranrød vest, sett fra nord-vestkanten mot øst. Hele området er dekket av tett vegetasjon som gjør berggrunnskartlegging utfordrende. Ved feltundersøkelsen ble kun rødlig-grå kvartsmonzonitt observert.*



*Figur 21: Utseende av kvartsmonzonitten, med noe variasjon av fargen mellom rødlig-grå og grå.*



*Figur 22: Detaljbildet viser at forvittringsoverflaten av kvartsmonzonitt er rødlig (høre side av håndstykke), mens den er mer grå når den er frisk / ikke oksidert (venstre).*

## 5.6 Taranrød øst

Det undersøkte området Taranrød øst strekker seg fra nord til sør langs østsiden av avfallsdeponiet Tønsberg fyllplass, se Figur 23.

Hovedbergarten i området er en rødlig-grå kvartssyenitt, men fordelingen mellom alkalifeltspat og plagioklas viser en del variasjon. Det fører til at bergartene klassifiseres som syenitt, monzonitt eller monzodioritt. Inntrykket fra kartleggingen er at Taranrød Øst har samme bergartskvalitet som nåværende uttak i Taranrød.

Området dekker et areal på 310.000 m<sup>2</sup>, og regnet ned til laveste topografiske punkt inneholder det ca. 23 mill m<sup>3</sup> stein. NGU mener i midlertid at ressursen er betydelig større enn det arealet som kommunen har avsatt og at reelle volum kan bli nærmere 60 mill m<sup>3</sup> ved utvidelse mot øst.



*Figur 23: Det undersøkte området Taranrød øst er fullstendig dekket med skog (til venstre i bildet); i midten av bildet sees Tønsberg fyllplass og bruddkanten av Taranrød dagbruddet bak deponiet. Hovedbergarten i området er en rødlig-grå kvartssyenitt.*





*Figur 24: En fersk grålig-rød overflate av kvartssyenitten.*



*Figur 25: Detaljbilde av kvartssyenitten som er vist i Figur 24.*



*Figur 26: Sikt fra toppen av åsen på østkanten av området Taranrød øst mot sør-øst.*



*Figur 27: Detaljbilde av kvartssyenitten, tatt på samme sted som Figur 26.*



*Figur 28: Rødlig-grå utseende på kvartssyenitten i den sørlige delen av området. Bergarten er tydeligvis mer finkornet enn lengre nord i området (Figur 27).*



*Figur 29: Fjellskjæringen ved Hesby vegskjæring som ligger sør for området er karakterisert av en rød, finkornet kvartssyenitt med porfyrisk karakter. De ble tatt prøve til mekanisk analyse ved denne lokaliteten.*

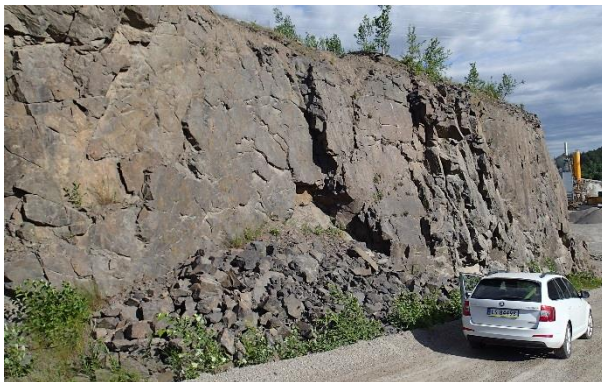
## **5.7 Freste pukkverk**

Frete pukkverk er primært beskrevet for å sammenligne med de mulig fremtidige uttaksområdene. Frete pukkverk produserer pukk fra tre forskjellige bergarter. Den sørlige delen består av rombeporfyr, som begrenses mot nord av en bred overgangssone med rødlig middelskornet syenitt som gradvis viser overgang mot grå monzonitt nordover. Nåværende uttak (30) fortsetter i tre retninger, i rombeporfyr mot sør, i syenitt og overgangssone til

monzonitt i midten, og i monzonitt mot nord. To prøver ble tatt for mekanisk analyse, en av rombeporfyr (Figur 31 og 32) og en av syenitt/monzonitt i overgangssonen (Figur 33 og 34).



*Figur 30: Freste pukkverk. Bildet er tatt fra den sørlige bruddkanten i rombeporfyr sett mot nord.*



*Figur 31: En vegg av rombeporfyr, bergarten er massiv og har parallelle sprekkesoner som gir kubiske blokker.*



*Figur 32: Detaljbilde av rombeporfyr.*



*Figur 33: Typisk utseende av monzonitt som finnes i den nordlige delen av Freste.*



*Figur 34: Detaljbildet av monzonitt.*

## 6. Mekaniske analyser

### 6.1 Preparering av prøven

Prøvene er nedknust i laboratoriet i henhold til spesifikasjoner gitt i Statens vegvesen (2005): Håndbok 014, Laboratorieundersøkelser (14.457 Laboratorieknusing av steinmaterialer). Prøven er deretter tørrsiktet og representativ mengde er brukt for densitet, kulemølle, micro-Deval og Los Angeles testing utført ved NGU.

### 6.2 Testmetoder

Representative mengder av prøvene er brukt for bestemmelse av de aktuelle parameterne. Analysene er utført i henhold til Norsk Standard eller retningslinjer gitt av Statens vegvesen, Håndbok 014-Laboratorieundersøkelser (2005);

14.422	Densitet for materiale større enn 4,0 mm.
NS-EN 1097-1 Del 1:	Prøvmingsmetode for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Bestemmelse av motstand mot slitasje (micro-Deval).
NS-EN 1097-2 Del 2:	Prøvmingsmetode for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Metode for bestemmelse av motstand mot knusing (Los Angeles metoden).
NS-EN 1097-9 Del 9:	Prøvmingsmetode for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje. Nordisk metode.

For undersøkelse av innhold av radioaktive grunnstoffer er det anvendt håndholdt gammaspektrometer fra Radiation Solutions Inc. Modell RS-230. Det understrekes at denne metoden kun er stikkprøver av uraninnholdet i bergartene ved de enkelte lokalitetene og målingene kun kan ansees som veiledende sammenlignet med geokjemiske analyser. NGU anbefaler at det foretas en mer detaljert prøvetakning for vurdering av konsentrasjon av radium og uran for pukkeforekomster der det skal drives uttak. Retningslinjer for denne typen undersøkelsen er gitt av Watson *et al.* (2013) og NGU (2016).

### 6.3 Resultater

Tabell 2 viser resultater for de seks prøver hvor det er foretatt mekaniske tester. Resultatene er også plottet i Figur 35 og Figur 36 med inndeling i klasser i forhold til krav til de mekaniske egenskaper for vegbygning i Norge. I utgangspunktet gjelder resultatene kun enkeltprøvene og de materialtekniske egenskapene kan variere innenfor en og samme bergartsenhet. For enkelte bergartstyper kan dagfjellsonen påvirke de materialtekniske egenskapene negativt i form av mikrosprekker og forvitring som kan opptre på flere meters dyp. Med disse forbehold i mente vurderes det likevel at analysene gir et riktig bilde av de typiske mekaniske egenskaper for de enkelte lokaliteter.

Tabell 2: Mekaniske testresultater

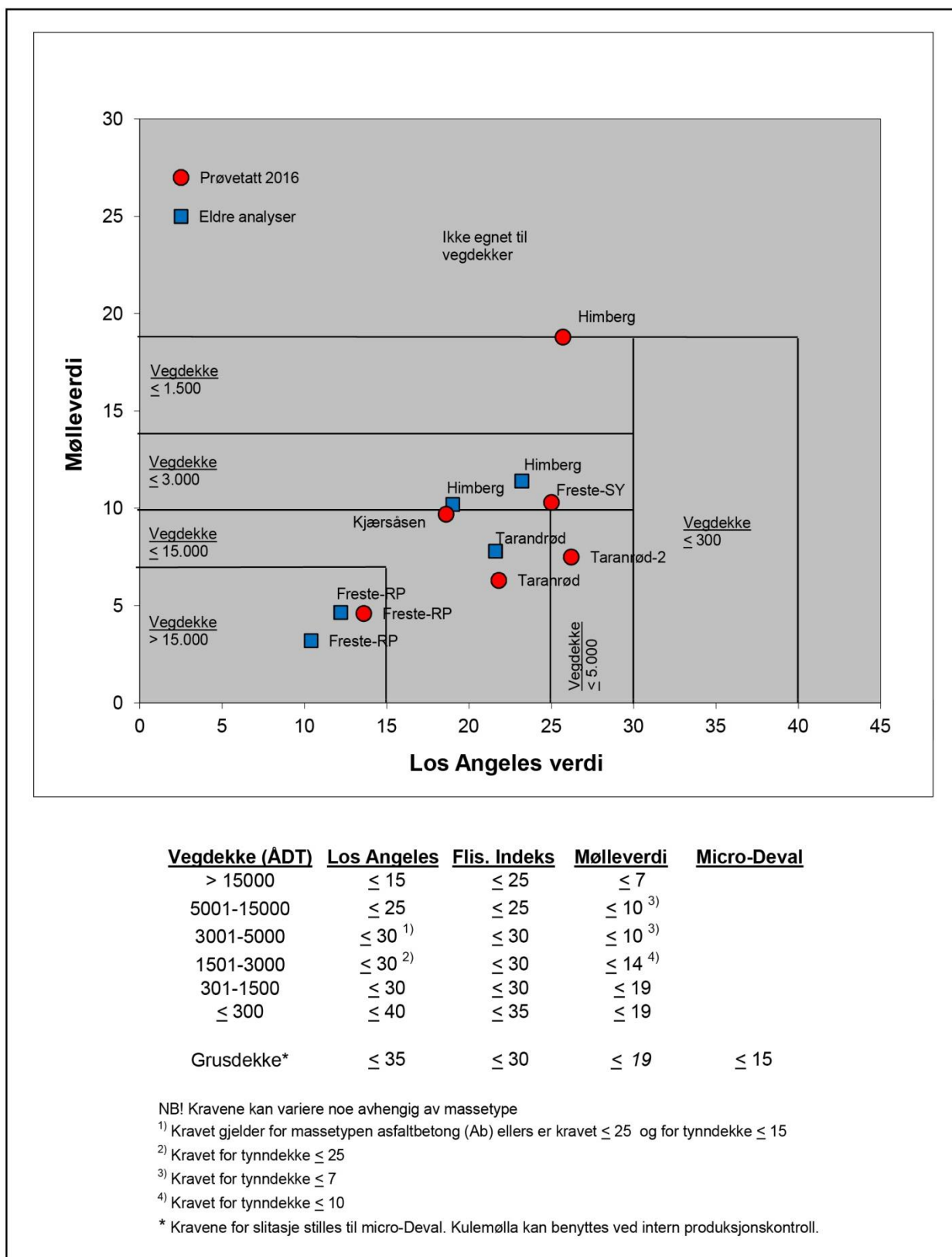
Forekomst #	Lab #	Navn	Bergart	Densitet	FI	KM	M <sub>DE</sub>	LA
0704.501.01	2016030	Frete (A)	Rombeporfyr	2,69	17	4,6	2	14
0704.501.02	2016036	Frete (B)	Kvartssyenitt	2,73	5	10,3	7	25
0704.502.01	2016027	Taranrød	Kvartssyenitt	2,57	9	6,3	3	22
0704.507	2016025	Hesby	Rombeporfyr	2,61	7	7,5	6	26
0704.504	2016043	Kjæråsåsen/Vermeli	Kvartssyenitt	2,71	11	9,7	6	19
0716.503.01	2016034	Himberg (B)	Kvartsmonzonitt	2,75	6	18,8	9	26

Densitet( $\rho$ ) målt i  $g/cm^3$ ; FI - flakindeks (målt på 10-14 mm fraksjonen under testing med Los Angeles metoden). KM - Kulemølleverdi; M<sub>DE</sub> -micro-Deval; LA - Los Angeles koeffisient.

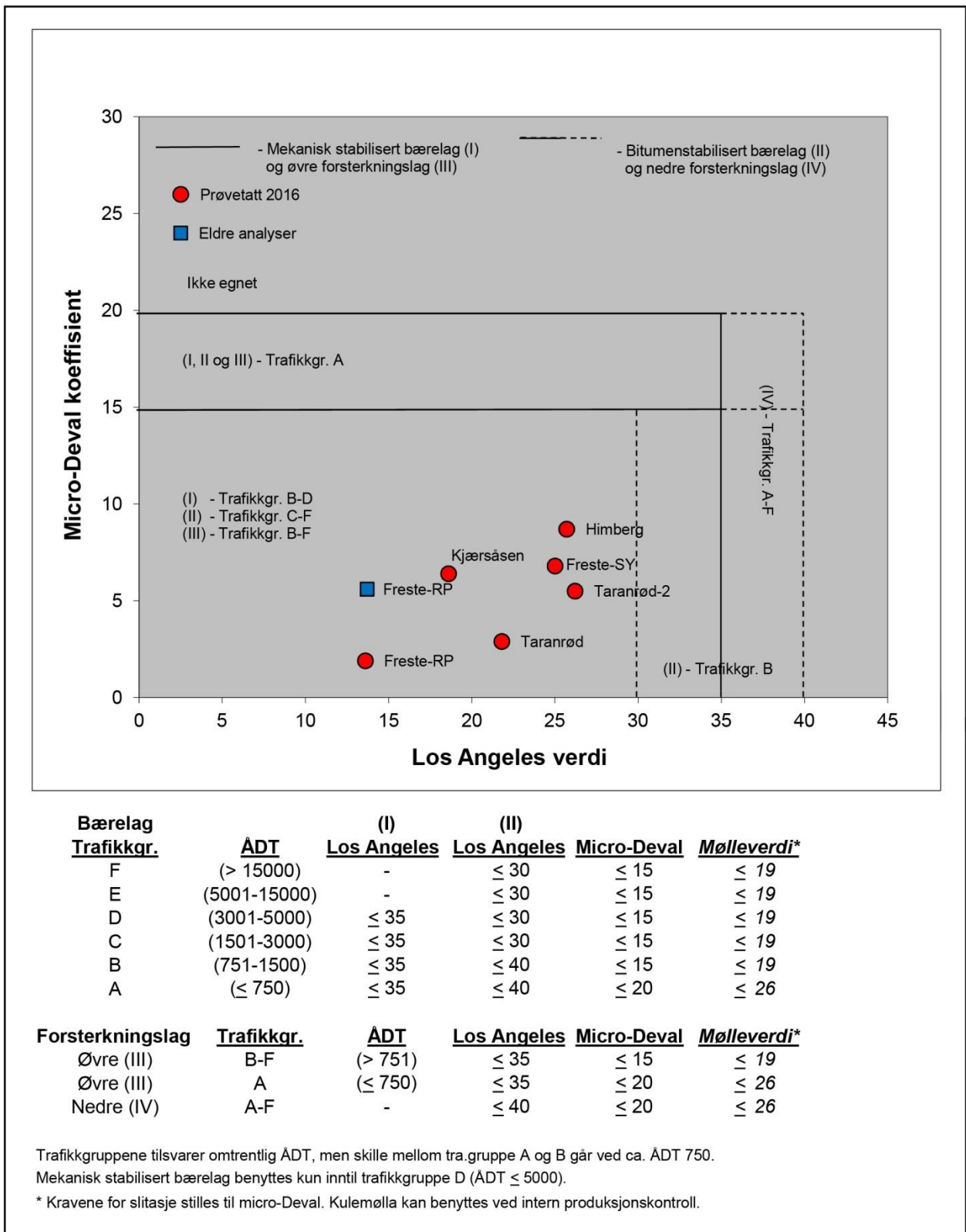
Best kvalitet har prøven av rombeporfyr fra Frete, uttrykt ved lave verdier for kulemølleverdi, micro-Deval og Los Angeles koeffisient. Den nye prøven av rombeporfyr fra Frete bekrefter at forekomsten har veldig bra kvalitet som tilfredsstillende behov for de mest trafikkerte med gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) over 15.000 kjøretøyer.

Ingen andre prøver har like god mekanisk kvalitet som Frete, men både Taranrød og Kjæråsåsen/Vermeli viser god kvalitet som dekker behovet for veier med opp til 15.000 ÅDT (Taranrød-2 dog kun inntil 5.000 ÅDT). Prøvene fra Himberg har noe varierende kvalitet og har tilsynelatende de dårligste mekaniske egenskapene for de undersøkte områder, når prøven tatt i 2016 tas i betraktning, mens eldre prøver viser noe bedre kvalitet for mølleverdi og Los Angeles koeffisient og er sammenlignende med kvaliteten for Kjæråsåsen/Vermeli og syenitten fra Frete (Figur 35).

Som det fremgår av Figur 36 egner de undersøkte prøver seg godt som bære- og forsterkningslag i alle trafikkgrupper. Det betyr at materiale fra alle fire undersøkelsesområder kan anvendes til alle typer vegfundament.



Figur 35: Egnethet til vegdekke ift. kravene fra Statens Vegvesen. Gamle analyser fra NGUs database er vist med blå symboler. Freste-RP; Freste rombeporfyrr, Freste-Sy; Freste syenitt.



Figur 36: Egnethet til vegfundament ift. kravene fra Statens Vegvesen. Gamle analyser fra NGUs database for Freste er vist med blått symbol. Freste-RP; Freste rombeportfyr, Freste-Sy; Freste syenitt.

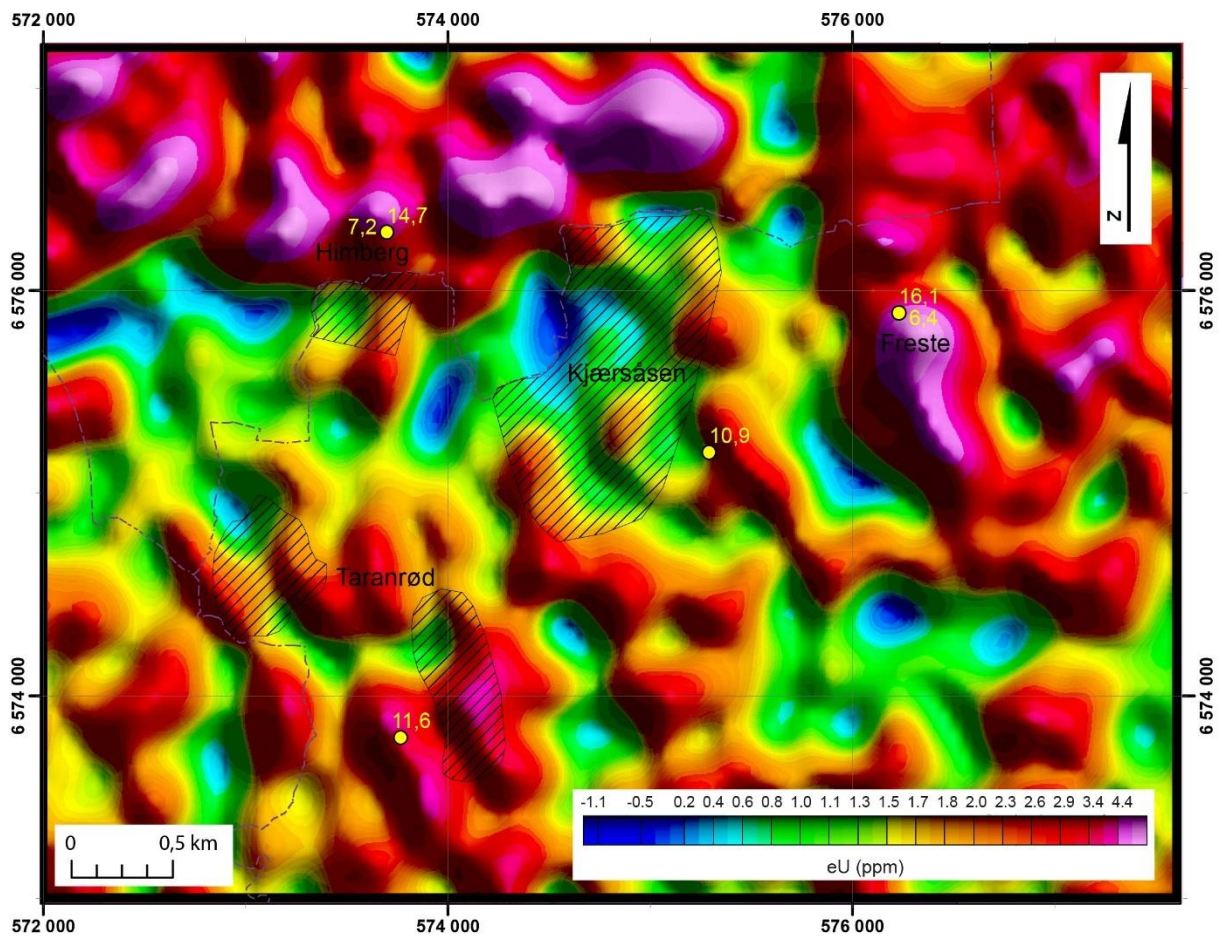
## 7. Radon

Målinger med gammasppektrometer er utført i Freste, Taranrød, Himberg og Kjærsåsen. målingene fremgår av Tabell 2. Slike målinger gir en indikasjon på innholdet av de tre grunnstoffene uran, thorium og kalium som sammen med deres datterprodukter produserer den radioaktive strålingen fra undergrunnen. Det understrekes at i tilfelle det er behov for mer detaljerte undersøkelser må det foretas mer nøyaktige analyser i laboratorium. Da radon primært dannes fra nedbryting av uran fokuserer vi her primært på dette grunnstoffet. Konsentrasjonen er i gjennomsnitt 11,1 ppm U og varierer fra 6,4 til 16,1 ppm, med både høyest og laveste målte konsentrasjoner i Fresteforekomsten.

Kartet i Figur 37 viser spektromettermåling utført fra fly som beskrevet av Barranwal *et al.* (2013). Smethurst *et al.* (2017) har vist at geofysisk kartlegning av uraninnhold, basert på luftbåren spektrometrisk data, er et godt verktøy for å forutsi områder med høyt radoninnhold. Dog er metoden ganske sensitiv til overdekning av jord over berggrunnen og viser kun konsentrasjonen i de øverste centimeter av undergrunnen (Smethurst *et al.* 2017). Det er dessuten ikke mulig å gjøre en direkte sammenligning av punkter målt på jorden og den luftbårne undersøkelse. Til dette kreves bedre kalibrering av utstyr og langt flere målepunkter på bakken. Men punktdata og den flygeofysikken kan brukes til å gi en indikasjonen av det generelle urannivået (og dermed risikoen for radon) samt til å vise relative variasjoner mellom ulike undersøkelsesområdet (e.g. lavt vs. høyt nivå). Kartet i Figur 37 indikerer at hele området har generelt høyt uraninnhold, men det særlig er høyt uran i berggrunnen i den nordlige og nordøstlig del av kartet. Det er spesielt Freste forekomsten og den nordlige del av Himberg (delen som ligger i Re kommune) hvor uran kan være et problem. Her er de høyeste punktmålingene også observert. NGU anbefaler nærmere undersøkelser av radoninnhold i feltområdet hvis eventuelt nye masseuttak overveies med henblikk på bruk til tilslagsmateriale til betong og pukk i, under og rundt bygninger.

Tabell 3: Gammasppektrometer-målinger

Området		Koordinater			Bergart	Konsentrasjoner		
Området navn	Området nr.	UTM sone	Øst	Nord	Bergart navn	eK (vekt%)	eU (ppm)	eTh (ppm)
Frete (A)	0704-501	32	576229	6575889	Rombeporfyr	8,8	16,1	40,9
Frete (B)	0704-501	32	576229	6575889	Kvartssyenitt	4,0	6,4	14,8
Taranrød	0704-502	32	573768	6573792	Kvartssyenitt	10,6	11,6	38,6
Himberg (A)	0716-503	32	573699	6576289	Kvartssyenitt	6,9	14,7	59,0
Himberg (B)	0716-503	32	573699	6576289	Kvartsmonzonitt	3,4	7,2	18,2
Kjærsåsen	0704-503	32	575291	6575202	Kvartssyenitt	7,1	10,9	26,5



Figur 37: Overflatekonsentrasjon av uran basert på flygeofysikk. Punktmåling foretatt med håndholdt gammaspektrometer er vist med gult og verdier viser de målte konsentrasjon av U (Tabell 2). Kartet fra den luftbårne geofysikk er fra Barranwal et al. (2013).



## 8. Konklusjon og anbefaling

Norges Geologiske undersøkelse (NGU) har undersøkt fire mulige nye uttakssteder for byggeråstoff i Tønsberg kommune. Undersøkelsene viser at det er en del variasjon i bergartenes sammensetning fra rødlig syenitt til grå monzonitt og monzodioritt. Rombeporfyr, som også opptrer i Tønsberg og har ofte meget høy kvalitet, ble ikke observert i de fire utpekte områdene.

Kartleggingen og analysene viser at bergartene i de fire områdene har generelt god kvalitet til pukk, og er egnet til ulike bruksformål, både til alle typer vegfundament og til vegdekker der det ikke stilles spesielt høye krav til kvaliteten.

Gammaspektrometer og geofysiske målinger viser at radoninnholdet varierer en del. Hele området har generelt høyt uraninnhold, men det er særlig høyt uran i berggrunnen i den nordlige og nordøstlige delen. NGU anbefaler nærmere undersøkelser av radoninnhold i feltområdet hvis eventuelt nye masseuttak overveies med henblikk på bruk til materiale til bygninger.

Bergartskvalitet, beliggenhet og antatt levetid er blant de kriterier som kan brukes for å vurdere egnethet til mulig masseuttak.

Både Taranrød og Kjæråsåsen/Vermeli viser god kvalitet som dekker behovet for veier med opp til 15.000 ÅDT (Taranrød-2 dog kun inntil 5.000 ÅDT). Prøvene fra Himberg har noe varierende kvalitet og har tilsynelatende de dårligste mekaniske egenskapene for de undersøkte områder, når prøven tatt i 2016 tas i betraktning, mens eldre prøver viser noe bedre kvalitet for mølleverdi og Los Angeles koeffisient og er sammenlignende med kvaliteten for Kjæråsåsen/Vermeli og syenitten fra Freste (Figur 35).

Basert på foreliggende informasjon vurderer NGU at Taranrød Øst er best egnet som mulig masseuttak. I dette området er det allerede etablert drift på en bergart av god kvalitet og det er potensial for å få ut store volum.

Nord for Tollerød, ved Himberg, er det også allerede etablert drift, og det kan legges til rette for utvidelse av dette området sørøver mot Tollerød.

I Kjæråsåsen er det observert en del variasjon i bergarter, arealet er stort og det er potensial for store uttaksvolum. Området må undersøkes nærmere (prøvetaking for mekanisk analyse) for å vurdere kvalitet.

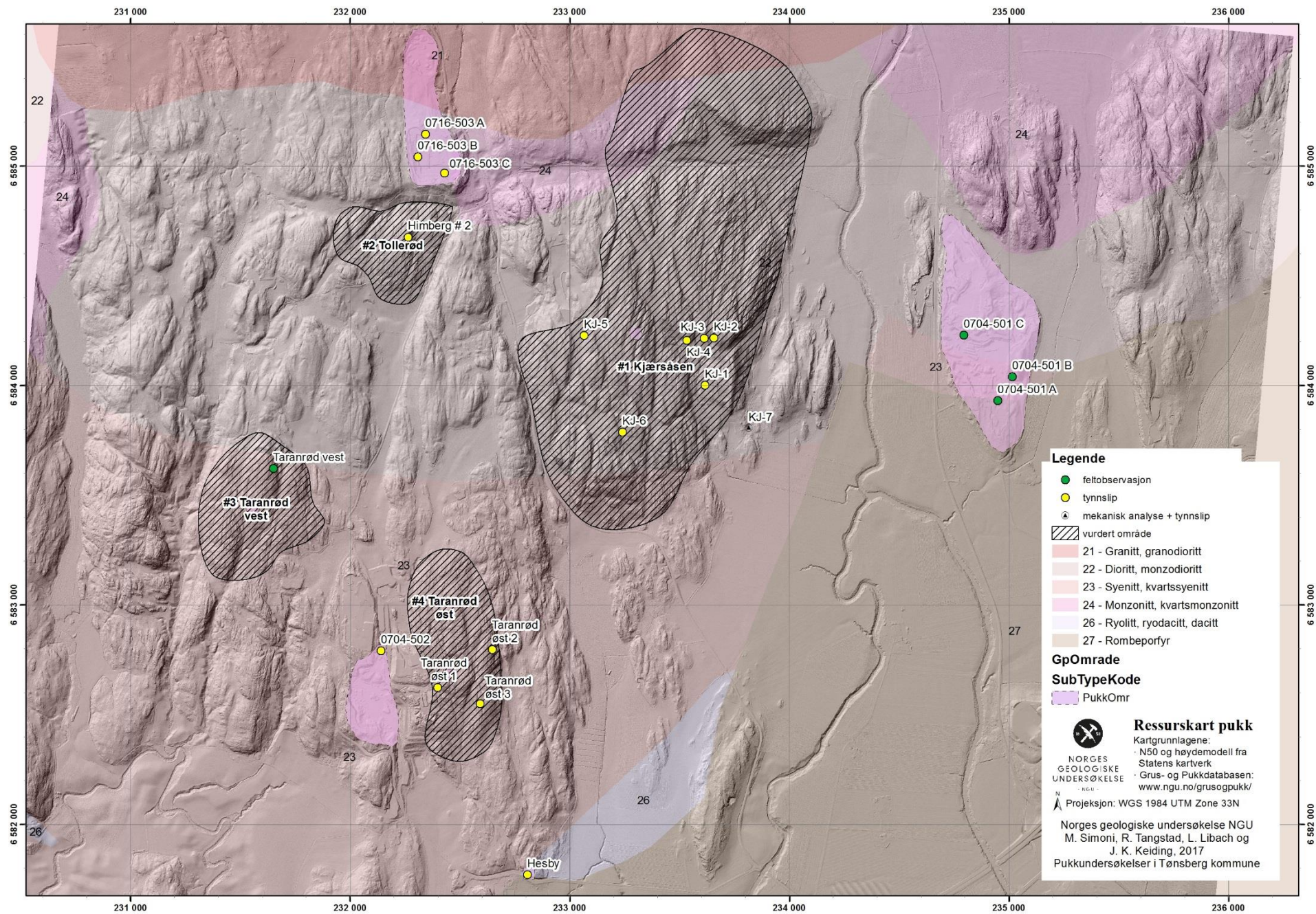
Taranrød Vest er et mindre areal og terrenget gjør at NGU vurderer at potensial for et mindre volum. Området må undersøkes nærmere (prøvetaking for mekanisk analyse) for å vurdere kvalitet.

Ettersom de eksisterende massetakene som er i drift i Tønsberg i dag har begrenset levetid og store deler av de utnyttbare ressursene kommer til å være brukt opp i løpet av de neste tiårene, vil mulige nye masseuttak være viktig for å bidra til samfunnsutviklingen i regionen.

## 9. Referanser

- Barranwal, V., Rodionov, A., Ofstad, F., Koziel, J. og Lynum, R. (2013). Helicopter-borne magnetic, electromagnetic and radiometric geophysical surveys in the Kongsberg region: Krøderen, Sokna, Hønefoss, Kongsberg and Numedalen. 53 pp. tilgjengelig på nettet: [http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2013/2013\\_029.pdf](http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2013/2013_029.pdf)
- Braathen, A. og Gabrielsen, R. H. (2000). Bruddsoner i fjell – oppbygning og definisjoner. Gråsteinen **7** (NGU Report 98.043): 20.
- Dahl, R., Heldal, T. og Schiellerup, H. (2014). Klassifikasjonssystem for mineralske ressurser. Mineralproduksjon **5** ( 5 (2014) ): B 1 - B6.
- Darby, S., Hill, D., Auvinen, A., Barros-Dios, J., Baysson, H., Bochicchio, F., Deo, H., Falk, R., Forastiere, F. og Hakama, M. (2005). Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *Bmj* **330** (7485): 223.
- Erichsen, E. (2012). En vurdering av testmetoder for tilslagsmaterialer til vegformål. 34 pp. ISBN/ISSN: 0800-3416. tilgjengelig på nettet: [http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2012/2012\\_011.pdf](http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2012/2012_011.pdf)
- Heier, H. J. (2015). Rapport om rekognoserende geologiske undersøkelser av byggeråstoffer i Tønsberg kommune. Holmestrand, Rapport til Regiongeologen for Buskerud, Telemark og Vestfold.
- Heldal, T., Bjerkgård, T., Kjølle, I., Lund, B., Tegner, C. og Ulvik, A. (2000). Byggeråstoff i Buskerud, Telemark og Vestfold 2000: en statusrapport. Trondheim, Norges geologiske undersøkelse NGU. 20 pp. tilgjengelig på nettet: [http://www.ngu.no/upload/publikasjoner/rapporter/2000/2000\\_131.pdf](http://www.ngu.no/upload/publikasjoner/rapporter/2000/2000_131.pdf) hentet 15.08.2017.
- Larsen, B. T., Olaussen, S., Sundvoll, B. og Heeremans, M. (2008). The Permo-Carboniferous Oslo Rift through six stages and 65 million years. *Episodes* **31** (1): 52-58.
- NGU (2016). "Radon fra pukk - Grenseverdier og prøvetakning". tilgjengelig på nettet: <https://www.ngu.no/sites/default/files/radonfrapukk.pdf>
- NGU (2017). "NGUs Grus-, Pukk- og Steintippdatabasene; Oversikt over nasjonalt og regionalt viktige forekomster i Vestfold (07) fylke". Norges geologiske undersøkelse NGU. tilgjengelig på nettet: [http://aps.ngu.no/pls/oradb/grus\\_GP\\_Oppslag.fylke\\_viktige\\_fkom?p\\_fylkenr=7](http://aps.ngu.no/pls/oradb/grus_GP_Oppslag.fylke_viktige_fkom?p_fylkenr=7) hentet 15.08.2017.
- Smethurst, M. A., Watson, R. J., Baranwal, V. C., Rudjord, A. L. og Finne, I. (2017). The predictive power of airborne gamma ray survey data on the locations of domestic radon hazards in Norway: A strong case for utilizing airborne data in large-scale radon potential mapping. *Journal of Environmental Radioactivity* **166**: Part 2: 321-340.
- Statens strålevern (2015). Radon fra tilkjørte masser under bygg - anbefalt grenseverdi. 2 pp. DOI: ISSN 1891-5191. tilgjengelig på nettet: <http://www.nrpa.no/filer/6f312fa358.pdf>
- Statens vegvesen (2005). Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser. tilgjengelig på nettet: [https://www.vegvesen.no/s/vegnormaler/hb/014/14\\_4\\_SAMLET.pdf](https://www.vegvesen.no/s/vegnormaler/hb/014/14_4_SAMLET.pdf)
- Watson, R. J., Erichsen, E., Finne, T. E. og Ganerød, G. V. (2015) "Radon from building materials." *Mineralproduksjon*. B7-B13, DOI: ISSN 1893- 1170 (online utgave ); ISSN 1893- 1057 ( trykt utgave ) tilgjengelig på nettet: <http://mineralproduksjon.no/wp-content/uploads/2015/11/MP6-04-FN-Watson.pdf>
- Watson, R. J., Erichsen, E., Finne, T. E., Ganerød, G. V., Neeb, P.-R., Rønning, J. S. og Tangstad, R. (2013). Radontrygge byggeråstoffer. Vurdering av kartleggingsmetoder og fastsettelse av grenseverdier for pukkbergarter. 2013.031, N. r. 85 pp. tilgjengelig på nettet: [http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2013/2013\\_031.pdf](http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2013/2013_031.pdf)

## 9.1 Geologisk kart



## 9.2 Petrografisk Analyse

Vedlegg 2: Tabell med sammenfatning av petrografisk analyse

Området/ Prøve	Tynnsli Lab.nr	Bergartsnavn	Kornstørrelse		Tekstur	Mineralinnhold																	Fsp. omv.	
			matrix	fenokryst.		Kv	Kfs	Plg	Cpx	Opx	Hbl	Klor	Epi	Bio	Mus	Ser	Oliv	Talk	Serp	Kal	Apa	Tit		And
KJ-1	128322	Monzonitt	F	M	Gra	2	24	34	15	4	6	3		2					1				9	I
KJ-2	128323	Monzodioritt	F	FM	Gra	3	15	49	15	2	4				2								10	I
KJ-3	128324	Kvartsmonzonitt	F	FM	Gra	4	29	40	4		6	4		2		2							9	I
KJ-4	128325	Dioritt	F	F	Por			50			5	3					1			8			33	I
KJ-5	128326	Monzonitt	F	M	Gra	1	36	35	3		12	2	1	1		2					1		6	I
KJ-6	128327	Monzonitt	F	M	Gra	2	30	31	2	1	8	5		3		5			2	1	2		8	Mo
KJ-7	128315	Kvartssyenitt	F	M	Por	5	56	11	4	1	11	3		1		2					1		5	I
Hesby	99551	Rombeporfy	F	FM	Por	7	57	15				3	2			10				1			5	Mo
Taranrød	99554	Kvartssyenitt	F	M	Gra	5	50	21			3	2	3		1	1					1		13	I
Taranrød øst	99555	Kvartssyenitt	F	M	Gra	5	59	15			7	2	2			4		1		1	1		3	F
Taranrød øst	99556	Syenitt	F	M	Gra	3	48	20	1		12	1	1			5					1		8	Mo
Taranrød øst	99557	Kvartssyenitt	FM	M	Por	8	60	10	1	1	5		1			7				1		1	5	S
Himberg (A)	99564	Kvartssyenitt	FM	MG	Por	7	45	20			5	3	1	1		8				2		1	7	Mo
Himberg (B)	99565	Kvartsmonzonitt	F	MG	Por	5	32	38	4	1	3	1	1	2		3				1	1		8	I
Himberg (C)	99566	Monzodioritt	F	M	Gra	1	14	54	2		3	5	1	1	1	3			1	2	3		9	I
Tollerød	99569	Monzodioritt	F	M	Gra	2	18	52	1		1	3		1		6			1	2	4		9	Mo

Kornstørrelse angitt henholdsvis for matrix og fenokrystaller (fenokryst) F finkornet (< 1mm); FM finkornet til middelskornet; m - Middelskornet (1-5 mm). MG Middels-til grovkornet. Teksturer: Gra - granulær; Por - porfyrisk.

Mineralinnhold: Kv - kvarts; Kfs - kalifeltspat; Plg - plagioklas; Cpx - klinopyroksen; Opx - ortopyroksen, Hbl - hornblende(amfibol) Klor - kloritt; Epi - epidott; Bio - biotitt; Mus - muskovitt; Ser - serisitt, Oliv - olivin, Talk, Serp - serpentinn, Kal - kalsitt, apa - apatitt, And - andre mineraler. Gruppen dekker opake faser (malm), mineraler som forekommer i små mengder (aksessorisk) eller som ikke er entydig bestemt.

Fsp. omv. - feltspat omvandling I - ingen; Mo - moderat; F- fremskredet; S- sterk.



NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE  
- NGU -

Norges geologiske undersøkelse  
Postboks 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse  
Leiv Eirikssons vei 39  
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00  
E-post [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)