

Rapport nr.: 2006.036		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Oversikt over kalksteinsforekomster i GEOS-området (Geologi i Oslo regionen).			
Forfatter: Håvard Gautneb		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Oslo, Akershus, Hedmark, Oppland, Buskerud, Telemark		Kommune: Porsgrunn, Jevnaker, Hamar, Gjøvik, Oslo Drammen, Hole,	
Kartblad (M=1:250.000) Oslo, Hamar, Skien		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 37	Pris: 150,-
Feltarbeid utført: 12 dager August 2005		Rapportdato: 12.05.2006	Prosjektnr.: 301812
		Ansvarlig: <i>Axel Nordmark</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>Denne rapporten gir en oversikt over de viktigste kalksteinsprovinsene med tilhørende forekomster innenfor GEOS-området. Det er 4 områder med forekomst av kalksteiner der det har vært drift tidligere: Totenområdet, Lunnerområdet, Oslo-Drammen-Holmestrandområdet og Skien-Langesundområdet. 4 forekomster er i drift: Steens kalkbrenneri ved Furuberget nord for Hamar, Franzefoss Hole ved Bøverbru, Ringerike kalkverk ved Steinsfjorden og Kjørholt og Bjørntveit gruver ved Norcems sementfabrikk ved Brevik. Følgende formasjoner i Oslofeltets kambro-silur lagrekke har kalksteiner i interessante mengder: Hukformasjonen, Steinvikformasjonen, Mjøsaformasjonen, Kalvsjøformasjonen, Rytteråkerformasjonen og Steinsfjordformasjonen. Ett utvalg av kjemiske analyser viser at alle forekomstene har en sammensetning som tilsvarer kalkstein, dolomitt er ikke påvist. Ingen av kalksteinene inneholder skadelige nivåer av tungmetaller eller skiller seg ut ved uvanlig sporelementinnhold, den kjemiske variasjon er imidlertid stor. Rytteråkerformasjonen er den enhet som viser det største innhold av silikater i umetamorf partier. Kjemisk sett er kalkene i GEOS-området betydelig mer ureine enn kalksteiner fra Nord-Møre, Nord-Trøndelag og Nordland. Ved kontaktmetamorf påvirkning øker kornstørrelsen og innhold av forurensende silikatmineraler. Ved sterk kontaktmetamorf påvirkning forsvinner grafitt og leirepartikler. I Oslo-området er det liten mulighet for drift på kalk i nye brudd grunnet nærliggende bebyggelse. Bortsett fra dette er det ingen arealkonflikter i tilknytning til eksisterende brudd, med unntak av Bjørntveit gruve som har liten mulighet for utvidelse.</p>			
Emneord: Industrimineraler	Kalkstein	Kalk	
Mineralforekomst	Oslofeltet	Kambro-silur	
GEOS	Gruvedrift	Fossiler	

INNHold

1. FORORD.....	5
2. BRUK OG KVALITETSKRAV TIL KALKSTEIN OG DOLOMITT	5
2.1 Historisk bruk av kalk og dolomitt.....	5
2.2 Bruksområder for kalk	7
2.2.1 Sementframstilling	7
2.2.2 Fyllstoff	8
2.2.3 Metallurgisk industri	8
2.2.4 pH regulering.....	8
2.2.5 Diverse andre bruksområder	9
3. KAMBRO-SILUR LAGREKKA I OSLOFELTET	9
3.1 De viktigste kalkførende formasjoner	13
4. OMRÅDER MED TIDLIGERE ELLER EKSISTERENDE KALKSTEINSDRIFT INNEFOR GEOS-OMRÅDET	15
4.1 Totenområdet	15
4.2 Vestre Toten	17
4.3 Hadeland-Ringerike	18
4.4 Ringerike	21
4.5 Oslo-Drammen-Holmestrandområdet.....	22
4.6 Skien-Langesundområdet.....	25
5. KVALITETSVURDERING AV FOREKOMSTENE.....	28
5.1 Kjemiske analyser	28
5.2 Tynnslip beskrivelse.....	31
6. RESSURSER OG AREALKONFLIKTER	33
7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....	34
8. REFERANSER	36

FIGURER

<i>Fig. 1: Brudd i Mjøskalk på Furuberget (Hamar) ca. 1910 (fotograf Ragnhild Eriksen).....</i>	6
<i>Fig. 2: Ovn for framstilling av brent kalk, ved Spikkestad stasjon, nedlagt i 1940-årene.</i>	7
<i>Fig. 3: Geologisk kart over GEOS-området, med kalksteinsforekomster avmerket. Nummererte forekomster er beskrevet i teksten.</i>	10
<i>Fig. 4: Kambro-silur lagrekka i Oslofeltet, med de viktigste kalksteinsformasjoner og produksjonssteder avmerket (modifisert fra Dons J.A. 1997).....</i>	11
<i>Fig. 5: Grensen mellom ordovicium og silur fra Hovedøya, som viser overgang fra skifrige bergarter nederst til kalkdominerte bergarter øverst.</i>	12
<i>Fig. 6: Knollekalk fra midtre ordovicium ved Fornebu.</i>	12
<i>Fig. 7: Fossilrester med skallfragmenter av brachiopoden Pentamerus, fra Rytteråker på Ringerike.</i>	14
<i>Fig. 8: Korallrev i Rytteråkerformasjonen på Rytteråker ved Tyrifjorden, Ringerike.</i>	14
<i>Fig. 9: Kart som viser beliggenheten av de viktigste kalksteinsforekomstene rundt Mjøsa, nummererte forekomster er beskrevet i teksten.</i>	16
<i>Fig. 10: Bilde fra det i dag svært gjengrodde Kleven kalksteinsbrudd på Helgøya i Mjøsa. ..</i>	16
<i>Fig. 11: Kart som viser beliggenheten av de viktigste områdene ved Bøverbru, nummererte forekomster er beskrevet i teksten.</i>	17
<i>Fig. 12: Panoramabilde fra Heksumbruddet på Bøverbru, denne forekomsten er nå i driftshvile.....</i>	18
<i>Fig. 13: Hole kalksteinsbrudd (Franzefoss Hole), det eneste bruddet på Bøverbru som i dag er i drift.....</i>	18
<i>Fig. 14: Kart som viser beliggenheten av kalksteinsforekomstene på Lunner, nummererte forekomster er beskrevet i teksten.</i>	19

<i>Fig. 15: Øvre del av det nedlagte Kalvsjø kalksteinsbrudd på Roa, bruddet er typelokalitet for Kalvsjøformasjonen.</i>	19
<i>Fig. 16: Øvre del av det nedlagte Askilsrud kalksteinsbrudd på Roa. I sin driftstid leverete bruddet kalk til Christiania spigerverk.</i>	20
<i>Fig. 17: Det nedlagte Hallom kalksteinsbrudd på Roa leverte kalk til en nærliggende kalkovn.</i>	20
<i>Fig. 18: Den nedlagte kalkovnen ved Hallom kalksteinsbrudd på Roa.</i>	21
<i>Fig. 19: Kart som viser beliggenheten av Ringerike kalkverk (Burud).</i>	22
<i>Fig. 20: Deler av Burud kalksteinsbrudd (Ringerike kalkverk) ved nordenden av Steinsfjord. Dette er et stort kalksteinsbrudd i periodisk drift på kalk fra Rytteråkerformasjonen (Pentamerus kalken).</i>	22
<i>Fig. 21: Luftfoto over Franzefoss brudd i Sandvika. Driften er nå nedlagt og området brukes som lagerplass (foto fra Franzefoss web side).</i>	23
<i>Fig. 22: Kart som viser beliggenheten av de nedlagte kalksteinsbrudd ved Mjøndalen, nummeret korresponderer til forekomsten merket av på Fig. 3.</i>	24
<i>Fig. 23: Nedlagt kalkbrudd ved Mjøndalen. Alle brudd i dette området er nå nedlagt.</i>	24
<i>Fig. 24 Deler av Bjørntvedt gruve ved Brevik, som er et av største kalksteinsbrudd. Bruddet drives på kalk fra Steinsfjordformasjonen (øvre silur).</i>	25
<i>Fig. 25: Geologisk kart over Eidangerhalvøya (fra Harstad 2006).</i>	27
<i>Fig. 26: Plott av SiO₂ -CaO som viser kjemisk variasjon av de prøvetatte GEOS-forekomster, sammenlignet med noen viktige kalkforekomster utenfor GEOS-området.</i>	30
<i>Fig. 27: Plott av syreløslig CaO og MgO for GEOS-forekomstene.</i>	30
<i>Fig. 28: Tynnslipbilde av kalk fra Hole kalkbrudd, et eksemple på en svært fossilrik kalk, med tallrike skallfragmenter. Denne kalken er også helt umetamorf.</i>	31
<i>Fig. 29: Tynnslipbilde av kalk fra Askilsrud kalkbrudd på Roa. Denne kalken har en svak kontaktmetamorf påvirkning. Fossilrester er delvis nedbrutt.</i>	32
<i>Fig. 30: Tynnslipbilde av kalkstein nord for Skrimfjellet ved Kongsberg. Dette er en kalkstein som har gjennomgått kontaktmetamorf påvirkning fra nærliggende monzonitt (larvikitt).</i>	33

TABELLER

Tab. 1: XRF analyser fra kalksteinsforekomster i GEOS-området	28
Tab. 2: Analyser av syreløselig CaO og MgO, og utregnet kalkspat og dolomitt innhold	29

VEDLEGG:

Syreløslig ICP analyser fra forekomstene

1. FORORD

NGUs GEOS aktiviteter (Geologi i Oslo-regionen) omfatter en serie multidisiplinære prosjekt som bl.a omfatter:

- Radon og radonfare
- Grunnvarme
- Jordforurensing
- Skred
- Byggeråstoffer og industrimineraler
- Vannforskning
- Geotursime og undervisning
- Forskning og utvikling
- Tilrettelegging av databaser og kart

GEOS-området er geografisk definert til å strekke seg fra Langesund i sørvest, Halden i sørøst og i et belte opp til omtrent Gjøvik i nord. Mer enn 50% av Norges befolkning er bosatt i dette området og det er behov for geologisk kunnskap i forskjellige sammenhenger.

Denne rapporten omhandler kalksteinsforekomstene i GEOS-området. Den er utarbeidet med følgende hensikt:

- 1) Oppdatere NGUs kunnskap om kalksteinsforekomstene i dette området.
- 2) Samle inn utfyllende data om kvalitet og ressurser av kalkstein.
- 3) Påpeke potensielle arealkonflikter med hensyn til utnyttelse av fremtidige resurser.
- 4) Forsøke å lokalisere nye resurser av karbonater i området.

Rapporten er basert på 12 dagers feltarbeide og i og med at den dekker et stort geografisk område kan det ikke forventes detaljundersøkelser av enkeltforekomster.

All informasjon i denne rapporten vil bli gjort tilgjengelig på internett.

2. BRUK OG KVALITETSKRAV TIL KALKSTEIN OG DOLOMITT

2.1 Historisk bruk av kalk og dolomitt

Kalkstein er blant de eldste mineralske råstoffer som mennesket har tatt i bruk. I Bibelen er bruken av dette materialet beskrevet flere steder; "Reise store steiner og stryke dem over med kalk" (5. Mos 27,2). I Romertiden var teknikken for brenning av kalk og framstilling av sement og betong godt kjent og mye brukt.

I Norge har kalkstein og dolomitt vært blant de første mineralske råstoffer som ble tatt i bruk, og i middelalderen ble brent kalk fremstilt flere steder. Det var imidlertid bryting av kalk og marmor som blokkstein som var den første anvendelsen som fikk særlig størrelse og betydning. Vogt (1896) gir en oversikt over marmorindustri og betydning i natursteins-sammenheng.

Holthedahl (1912) beskriver kalksteinsforekomstene i Kristianiafeltet (omtrent tilsvarende GEOS-området). På slutten av 1800 tallet og begynnelse av 1900 tallet hadde Norge en sterk

ekspansjon i sin prosessindustri, der kalkstein brukes i mange sammenhenger. I løpet av forholdsvis kort tid ble det etablert kalksteinsindustri på de fleste stedene som vi kjenner til i dag (Fig. 1) og mange av dem har vært i kontinuerlig drift siden den gang.



Fig. 1: Brudd i Mjøskalk på Furuberget (Hamar) ca. 1910 (fotograf Ragnhild Eriksen).

Før 1870 årene var det produksjon av brent kalk i 45 vedfyrte ovner i Asker og Bærum, med levering til byggeplasser i Oslo, kystbyer i Norge og til Sverige og Danmark. Rundt 1870 ble det meste av denne industrien nedlagt. Noen kullfyrte kalkovner fortsatte og den siste ovnen som fremdeles er synlig ved Spikkestad stasjon (Fig. 2) ble nedlagt ca 1940.

I 1888 startet sementproduksjonen på Slemmestad først basert på lokalt råstoff, deretter fra Langøya utenfor Holmestrand. Produksjonen var i drift fram til 1986. Produksjonen ved Brevik startet i 1916 og den har fortsatt uavbrutt fram til i dag.

I dag er Norge v/ selskapet Hustadmarmor på Nord-Møre en av verdens viktigste produsenter av høyrene nedmalte kalksteinsprodukter til Europas papirindustri.



Fig. 2: Ovn for framstilling av brent kalk, ved Spikkestad stasjon, nedlagt i 1940 årene.

2.2 Bruksområder for kalk

Nedenfor gis en oversikt over de industrielle bruksområder for kalkstein, unntatt det som går til natursteinsproduksjon dvs. blokk og flis av kalkstein og marmor. Vi kan dele kalksteinens bruksområder inn i følgende grupper.

2.2.1 Sementfremstilling

Sement lages ved kalsinering av en blanding av ca. 75 % kalkstein og 25 % leire til kalsiumsilikat klinker. Denne blandingen males og blandes med små mengder gips som virker som herdingsforsinker. I denne sammenheng er det derfor viktig at kalksteinen ikke for rein, slik at man slipper å tilsette mye av andre komponenter.

2.2.2 Fyllstoff

Fyllstoff kalles materialer som blandes med andre materialer for å:

- Spare på dyre komponenter
- Oppnå spesielle egenskaper til sluttprodukt (funksjonelt fyllstoff)

Knust og malt kalksteins fyllstoff klassifiseres vanligvis etter kornstørrelsen.

<i>Grov filler:</i>	75 μm til flere mm. Brukes i jordbruket, dyrefor, gjødsel, asfaltfiller (vanligvis lav pris).
<i>Medium filler:</i>	< 50 μm . Brukes på baksiden av tepper, linoleum, tetningsstoff, lim og sparkel (vanligvis middels verdi)..
<i>Fin filler:</i>	Maksimum partikkelstørrelse 50 μm . 50 % < 2 μm . Brukes i papir, gummi, plastikk og billig maling (vanligvis middels verdi).
<i>Pigment og meget fint filler:</i>	Maksimum kornstørrelse 10 μm . 90 % < 2 μm . Brukes i papir coating (betrykning), maling, gummi og plastikk (vanligvis høy verdi).

De viktigste parametrene som blir vurdert når en skal utnytte kalsiumkarbonat som filler er følgende:

- Kjemisk renhet
- Hvithet og høy refleksivitet
- Partikkelstørrelse og partikkelstørrelsesfordeling
- Partikkelform og overflateareal
- Plastisk og rheologisk karakteristikk
- Adsorpsjonskarakteristikk m.t.p. olje, blekk og pigment
- Spesifikk vekt og bulkegevekt

Det er når kalksteinen skal brukes til fyllstoff i papir at det stilles særlig store krav til kornstørrelse og hvithet.

Ingen av kalksteinsforekomstene i GEOS-området oppfyller de krav som stilles til råvaren med hensyn til de mest høyverdige kalksteinsprodukter.

2.2.3 Metallurgisk industri

Kalkstein brukes i store mengder til metallurgiske formål for å skape de rette flukseegenskapene ved smelting av metaller og ved fremstilling av glass.

2.2.4 pH regulering

Kalkstein har et viktig bruksområde for å regulere pH, for eksempel i vann med lav pH som følge av sur nedbør og til jordbruket for kalking av dyrkingsjord.

I prosessindustrien er kalkstein også viktig som pH regulerer, bl.a. i papirindustrien.

Brent kalk tilsettes for å heve pH ved sukkerraffinering slik at urenheter kan fjernes lettere. Det trengs 100-200 kg brent kalk for å produsere ett tonn med raffinert sukker

2.2.5 Diverse andre bruksområder

Av andre viktige bruksområder for kalkstein kan nevnes:

- Produksjon av kalsiumkarbid
- Produksjon av steinull

3. KAMBRO-SILUR LAGREKKA I OSLOFELTET

Et geologisk kart over GEOS-området er vist i Fig. 3. Det henvises til populærvitenskaplige bøker (f.eks. Dons 1997) når det gjelder en generell beskrivelse av områdets geologiske utvikling. Denne rapporten vil kun omtale de sedimentære bergartene, og kun der det er nødvendig beskrive andre geologiske forhold. Lesere som ønsker forklaring av geologiske faguttrykk henvis til det nettbaserte geologiske leksikon (<http://alun.uio.no/geomus/leksi/>).

Sedimentene av kambrisk til silurisk alder i Oslofeltet består av en ca. 1500 meter tykk lagrekke. Den ble dannet i et epikontinentalt hav over grunnfjellet, der den øverste enhet Ringerikssandsteinen ble dannet som en molasse avsetning som en del av den kaledonske fjellkjeden.

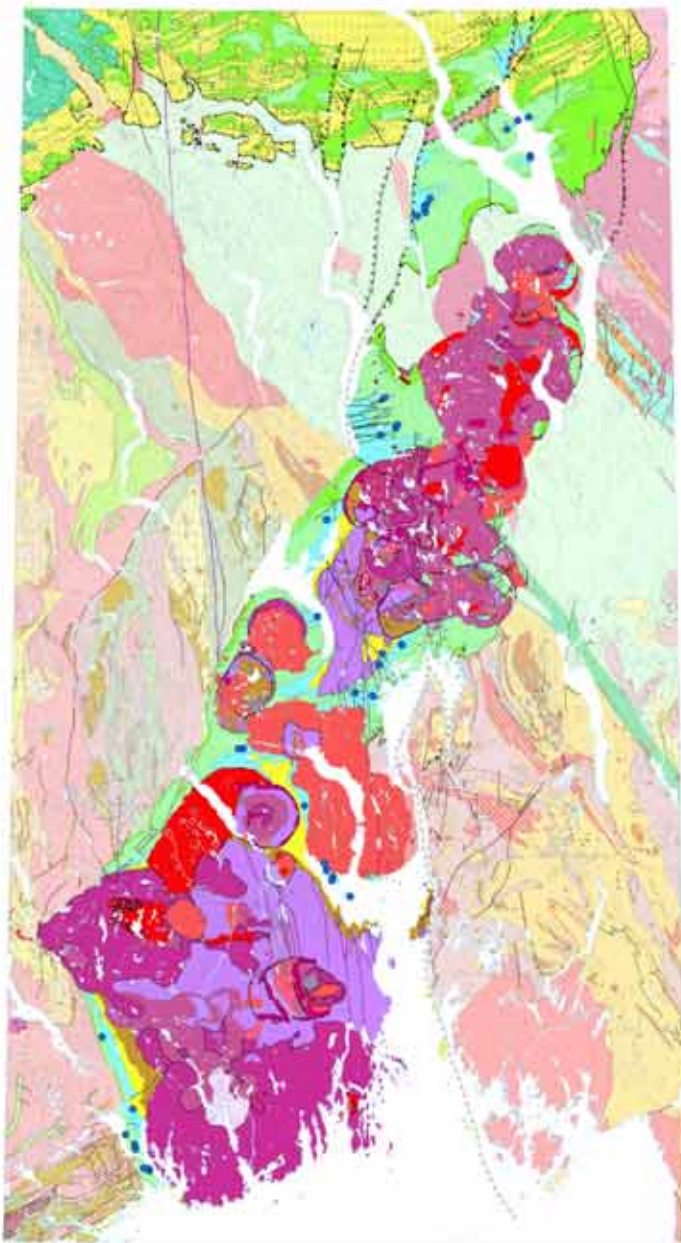
Lagrekka deles inn i følgende episoder (nederst til øverst) (Fig. 4):

- 1) En grunt marin avsetning med transgresjon fra nord mot sør, fra tidlig kambrium til midte ordovicium (alunskiferen).
- 2) En epikontinental marin avsetning med lav sedimentasjon fra sen kambrium til midtre ordovicium (knollekalkene, Fig. 5 og 6).
- 3) En varmtvanns forland bassengavsetning med sand- silt- og karbonatavsetninger av sen ordovicisk til silursk alder.
- 4) Alluvial bassenginnfylling i sen silurisk tid (Ringerikesandsteinen).

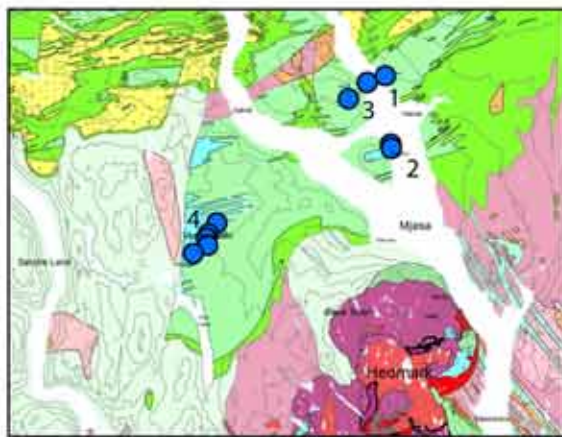
Den nederste kambriske til midtre ordoviciske del er dominert av svarte alunskifre og tynne kalksteiner som ble avsatt over hele Skandinavia og Estland. I ordovicium var havnivået mye høyere, og relieffet var flatt, noe som resulterte i avsetninger med veksling mellom leirskifre, knollekalker og massive kalksteiner. I øvre ordovicium økte sedimentasjonshastigheten og lagene veksler mellom sandsteiner og siltsteiner, med enkelte kalksteiner. Dette forteller om raske variasjoner i havnivå.

I silurtiden dannes det klastiske avsetninger med store karbonatplattformer med varmtvanns fauna avsatt i grunt havnivå. Tilslutt avsettes den tykke Ringerikssandsteinen som en klastisk molasseavsetning i forlandet av den kaledonske fjellkjeden.

Kalksteinsforekomster i GEOS-området



Totenområdet



Tegnforklaring

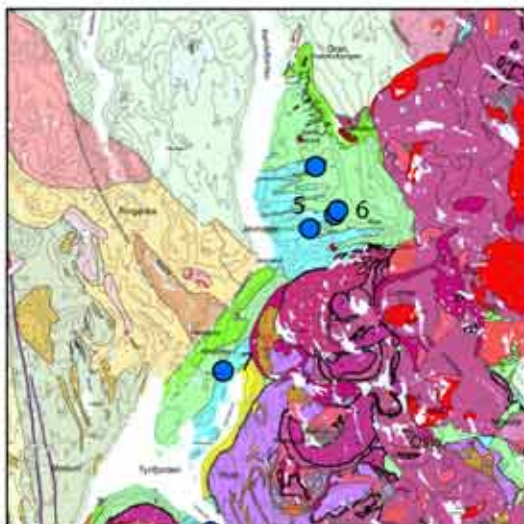
Geologisk kart

Bergarter

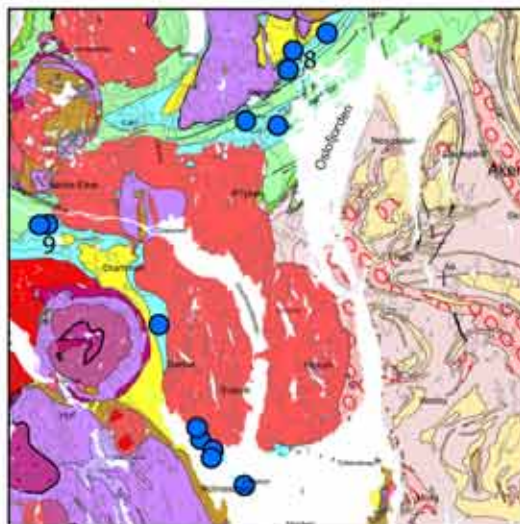
- Syenitt
- Rombeporfy
- Diabas
- Alkaliefeltspatgranitt (ekeritt)
- Granitt, granodioritt
- Alkaliefeltspatsyenitt (nordmarkitt)
- Biotittsyenitt (bl. a. grefensyenitt)
- Kvartssyenitt
- Syenittporfy (ring-gangbergart)
- Mikrosyenitt (mænaitt)
- Alkaliefeltspatsyenitt, syenitt, titanitrik syenitt
- Syenitt til monzonitt (akeritt)
- Syenitt, nefelin og olivinforende (lardalitt)
- Monzonitt og monzodioritt (larvikitt og kjelsått)
- Gabbro, dioritt, camptonitt
- Leirstein, sandstein, konglomerat
- Brekse
- Ryolitt, ryodacitt, dacitt
- Latitt (rombeporfy)
- Tracytt, porfyrisk
- Basalt
- Leirstein, sandstein, konglomerat
- Sandstein, konglomerat, skifer, gråvacke og fylitt
- Sandstein, sensilurisk alder
- Kalkstein, leirstein og sandstein, tidligsilurisk alder
- Leirskifer, mergelskifer og kalkstein, mellom- til senordovicisk alder
- Alunskifer, sandstein, konglomerat, og kalkstein, kambrisk- til tidligordovicisk alder
- Sandstein og kvartsitt
- Karbonatittbergarter, damjernitt, feltspatoidrike bergarter
- Granitt (ca. 925 mill. år Fiå- og Iddéfjordgranitten)
- Mylonitt, blastomylonitt, sterkt deformerte gneiser (Ørjermilittsonen)
- Kvarts-skifer, metasandstein, metaryolitt
- Kvartsitt og metasandstein
- Granitt, noe forgneiset, stedvis hyperstenførende (charnokittisk)
- Granittisk til granodiorittisk gneis (ca. 1150-1250 mill. år), stedvis hyperstenførende
- Gabbro, stedvis ultramafisk bergart, amfibolitt
- Biotittgneis, epidot-hornblendegneis, kvartsitt
- Båndet gneis, amfibolitt, kvartsitt, glimmerskifer, sillimanittskifer
- Båndet gneis, amfibolitt, hornblendegneis biotittgneis
- Granittisk øyegneis (1400-1555 mill. år)
- Granittisk til tonalittisk gneis (1500-1550 mill. år)
- Diorittisk til tonalittisk gneis, stedvis metagabbro (1555 mill. år)
- Granittisk gneis finkomet (metaryolitt)
- Glimmergneis, mange steder med granat og kyanitt eller sillimantitt (Stora Le-Marstrand)
- Amfibolitt
- Gabbro (hyperitt), stedvis ultramafisk bergart
- Kvartsdioritt, tonalitt, øyegranitt
- Granittisk gneis
- Metaryolitt, grønnstein, metagråvacke, meta-arkose, kvartsitt, amfibolitt (Kongsvingergruppen)
- Glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt, granittisk til tonalittisk gneis

Kartet viser de registrerte forekomster, de viktigste og omtalte forekomstene er nummerert

Hadeland- Ringerikeområdet



Oslo- Holmestrandområdet



Skien- Langesundområdet

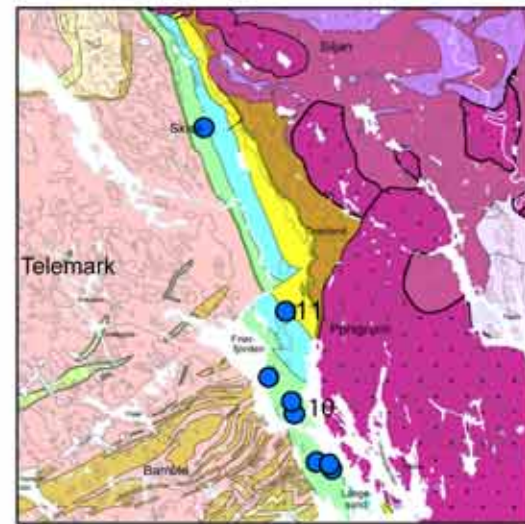
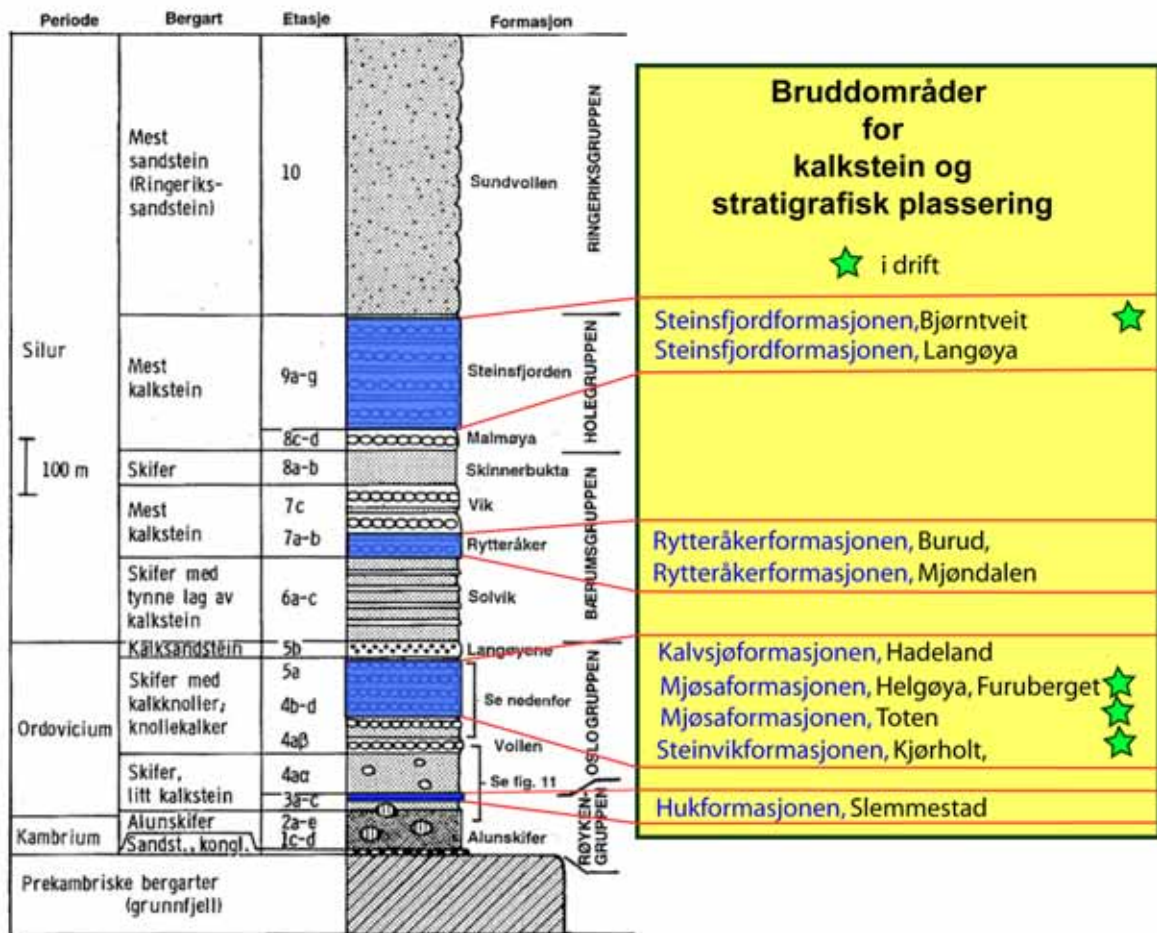


Fig. 3: Geologisk kart over GEOS-området, med kalksteinsforekomster avmerket. Nummererte forekomster er beskrevet i teksten.



Formasjonene i en del av ordovicium: Fra Dons J.A. 1997
 Langåra (i vest, 5a + del av 5b) Husbergøya (4dβ + del av 5a) Skogerholmen (4d)
 Skjerholmen (4cγ) Grimsoya (4cβ) Venstøp (4cα) Solvang (4bβ)
 Nakkholmen (4bγ) Frognerkilen (4bβ) Arnestad (4bα) Vollen (4aβ)

Fig. 4: Kambro-silur lagrekka i Oslofeltet, med de viktigste kalksteinsformasjone og produksjonssteder avmerket (modifisert fra Dons J.A. 1997).



Fig. 5: Grensen mellom ordovicium og silur fra Hovedøya, som viser overgang fra skifrige bergarter nederst til kalkdominerte bergarte øverst.



Fig. 6: Knollekalk fra midtre ordovicium ved Fornebu.

3.1 De viktigste kalkførende formasjoner

Det kun i bestemte nivåer av den 1500 meter tykke lagrekka at kalksteiner opptrer i interessante mektigheter og med slik kvalitet at kalksteinsbrudd har vært anlagt, jfr Fig. 4.

De viktigste formasjonene for kalksteinsdrift er (eldst til yngst):

Hukformasjonen (orthocerkalken)

Dette er en formasjon som har mektighet som varierer fra 6-7 meter opptil 13 meter. Dette er den kalksteinen som Slemmestad sementfabrikker drev på opprinnelig. En rekke gamle nedlagte kalksteinsbrudd forskjellige steder i Oslo-området har vært drevet på denne kalksteinen. I tillegg var den en viktig byggingstein, bl.a ble mye av murene til Akershus festning bygget av blokk fra Hukformasjonen. Den kjennetegnes ved sitt innhold av orthoceratitter (fossiler etter blekspruter). I dag er det ingen brudd i drift på denne kalksteinene og tykkelsen er såpass begrenset at den sannsynligvis ikke har noen interesse som framtidig ressurs.

Steinvikaformasjonen, tidligere kalt Enkrinittkalken

Steinsvikformasjonen opptrer i Skien og i Eiker- Sandsværområdet. Den har en tykkelse på ca. 40 meter og inneholder noen svært fossilrike horisonter rike på alger, stomatoporider (kalkalger) og koraller. Dette er kalken som Kjørholt gruver ved Brevik i dag drives på.

Mjøsaformasjonen, tidligere kalt Mjøskalken

Mjøsaformasjonen er en ganske variabel enhet med ca. 100 meters mektighet. Den er delt inn i flere underenheter og inneholder en variert fossilfauna med trilobitter, snegler og koraller. Dette er kalken som bruddene på Toten i dag drives på. Det største bruddet som i dag er drift er på Furuberget rett nord for Hamar (like utenfor GEOS-området), og drives av Steens kalkbrenneri A/S.

Kalvsjøformasjonen, tidligere kalt Gastropodekalken

Navnet brukes lokalt om kalksteinen i Hadelandsområdet av tilsvarende alder som Mjøsaformasjonen. Det er en 60 meter tykk enhet som består av knollekall og massiv kalk i veksling med skifer. Den er svært fossilrik og i det nedlagte Kalvsjøbruddet sees noen enkle korallrevstrukturer.

Rytteråkerformasjonen, tidligere kalt pentameruskalken

Denne formasjonen er ca. 50 meter tykk. Den består av en veksling mellom siltige og kalkdominerte lag, kjent for sin opptreden av brachiopoden *pentamerus* som kan opptre i svært store mengder (Fig. 7). Lokalt er det funnet svært godt oppbevarte korallrev (Fig 8). I dag er det ingen brudd i drift på Rytteråkerformasjonen. De nedlagte bruddene rundt Mjøndalen og Burud kalksteinsbrudd på Ringerike (i periodisk drift) ligger i denne kalken.



Fig. 7: Fossilrester med skallfragmenter av brachiipoden Pentamerus, fra Rytteråker på Ringerike.



Fig 8: Korallrev i Rytteråkerformasjonen på Rytteråker ved Tyriffjorden, Ringerike.

Steinsfjordformasjonen, tidligere kalt etasje 9, øverste del ble også kalt Favositeskalk.

Dette er en 260 meter tykk enhet med vekslende skifre og kalksteinslag. Den er kjent for sin opptreden av korallen *Favosites* og inneholder partier som er svært rike på koraller. Bjørntveit brudd ved Porsgrunn drives på denne kalken. Det nedlagte bruddet på Langøya utenfor Holmestrand var drevet på denne kalken.

4. OMRÅDER MED TIDLIGERE ELLER EKSISTERENDE KALKSTEINSDRIFT INNENFOR GEOS-OMRÅDET

Utfra geologiske forhold (opptreden av kalksteiner) er/har det vært brutt ut kalkstein i 4 hovedområder innenfor GEOS-området (Fig. 3). Enkeltforekomster og grupper av forekomster som omtales er avmerket med eget nummer (Fig. 3), det tilsvarende nummer oppgis når forekomsten omtales i teksten.

Følgende områder er beskrevet:

- Totenområdet
- Hadelandområdet
- Oslo-Ringerikeområdet
- Skien-Porsgrunnområdet

4.1 Totenområdet

I Totenområdet/Mjøsaområdet (Fig. 9) er det kalksteinsforekomster ved Furuberget (1), på Helgøya (2) og Nes (3), og ved Bøverbru (4). Ved Furuberget og ved Bøverbru er det betydelige kalksteinsforekomster i drift.

På Furuberget (1) har Steens kalkbrenneri en betydelig bruddaktivitet. I bruddområdet har kalken en mektighet på 70-80 meter, hvorav ca. halvparten er en "ren kalkstein". Geologisk tilhører kalksteinen den mellomordoviciske Mjøskalken. Tidligere undersøkelser (Øvereng 1990) viste at det i den umiddelbare nærhet av bruddområdet finnes betydelige reserver med kalk. Furuberget er imidlertid et turterreng for Hamar og en utvidelse av bruddet kan redusere størrelsen på turterrenget.

På den østre del Helgøya er det flere gamle nedlagte brudd i Bergvika (2) og det var i tidligere tider en betydelig kalksteinsdrift med en liten trallebane som transporterte kalken fra bruddet til kalkovnen ved sjøen. Bruddområdet er fullstendig gjengrodd i dag, men rester av gamle kalksteinsovner er fremdeles synlig (Fig. 10).



Fig. 9: Kart som viser beliggenheten av de viktigste kalksteinsforekomstene rundt Mjøsa, nummererte forekomster er beskrevet i teksten.



Fig. 10: Bilde fra det i dag svært gjengrodde Kleven kalksteinsbrudd på Helgøya i Mjøsa.

Kalken på Helgøya er tilhører Mjøsaformasjonen, den er hard og kompakt og stedvis er store koraller og stromatoporider vanlig. Kalken her er mer urein enn på Furuberget (1). Området ved Bergvika (2) er naturreservat og økonomisk utnyttelse er derfor utenkelig. Øvereng (1990) beskriver området rundt Kvamsberget (3) (rett på andre siden av Mjøsa i forhold til Furuberget) som et område med potensiale for nye brudd. De geologiske kart antyder at det er store forekomster med Mjøskalk i dette området, men den nærmest totale overdekkning gjør at området ikke kan undersøkes uten i form av boring og graving for å kunne få noe inntrykk av kvalitet og variasjoner i bergarten.

4.2 Vestre Toten

Ved Bøverbru (4) (Fig. 11) finnes en rekke kalksteinsbrudd, hvorav ett er i drift i dag. Det er 3 store brudd i dette området som alle er drevet på Mjøskalken. Heksumbruddet (Fig. 12) og Fredlybruddet er begge nedlagt. De ligger kun noen få hundre meter fra Hole kalkverks hovedbrudd (Franzefoss Hole) (Fig. 13) som er drift i dag. Hole kalkverket er et 150x400 meter stort brudd som er drevet i flere nivåer.

Kalken er mørk grålig og finkornet. Det produseres hovedsaklig jordbrukskalk og forskjellige gruskvaliteter. Tidligere ble det produsert brent kalk fra disse forekomstene.



Fig. 11: Kart som viser beliggenheten av de viktigste områdene ved Bøverbru, nummererte forekomster er beskrevet i teksten.



Fig. 12: Panoramabilde fra Heksumbruddet på Bøverbru, denne forekomsten er nå i driftshvile.



Fig. 13: Hole kalksteinsbrudd (Franzefoss Hole), det eneste bruddet på Bøverbru som i dag er i drift.

Det er store ressurser av kalk i Hole og Bøverbruområdet, men overdekkingen er bortimot fullstendig slik at det vil kreves omfattende undersøkelser i form av boring og graving for å kunne framskaffe opplysninger som er mer detaljerte en det som er mulig ved å besøke de eksisterende brudd.

4.3 Hadeland-Ringerike

I dette området er det store mengder med kalkstein som opptrer i en rekke foldete og overskjøvne forkastningsblokker (Olerud & Owen 1995) på østsiden av Randsfjorden fra Gran til Grua. De viktigste forekomstene på Hadeland ligger nordvest for Lunner (Fig. 14).

I området opptrer en rekke intrusive bergarter av granittiske til gabbroid type som forårsaker kontaktmetamorf omvandling av kalksteinen. Kjølle (1998) påviste at kalksteinen ved økende kontaktmetamorfose får en høyere hvithet, større og mer regelmessig kornstørrelse og mindre innhold av grafitt, men øket innhold av forurensende silikatmineraler.

I dette området er det ingen brudd i drift i dag, men det har vært en ganske betydelig drift med fremstilling av brent kalk fra en rekke forskjellige kalkovner i tidligere tider. Driften ble nedlagt på 1960-tallet.



Fig. 14: Kart som viser beliggenheten av kalksteinsforekomstene på Lunner, nummererte forekomster er beskrevet i teksten.

Kalvsjø kalksteinsbrudd

Den største forekomsten i Lunnerområdet er Kalvsjø kalksteinsbrudd. Forekomsten ligger ca. 500 meter rett øst for Kalvsjøen. Det er et 80x100 meter stort brudd (Fig. 14 og 15) som er drevet i to nivåer. Kalkstein er mørk grålig av farge, middelskornet og meget fossilrik. Forekomsten er typelokalitet for Kalvsjøformasjonen. I dag er bruddet delvis gjenfylt med jord og søppel. Ny bebyggelse i området gjør at forekomsten er uaktuell for ny drift.



Fig. 15: Øvre del av det nedlagte Kalvsjø kalksteinsbrudd på Roa, bruddet er typelokalitet for Kalvsjøformasjonen.

Askilsrud

Lokaliteten er et nedlagt kalkbrudd med en bruddfront på ca 100 m og med en bruddhøyde på 30 - 40 m. Bruddet ligger på nordsiden av jernbanelinen nord for gården Enga ved vestenden

av Kalvsjøvannet. Kalkovnen ligger på østsiden av gården. Kalkovnen er relativt godt bevart. Fra bruddet og frem til kalkovnen ligger en til dels godt bevart smalsporet jernbane. Bruddet leverte kalk til Christiania Spikerverk, og er i dag mer eller mindre igjengrodd (Fig. 16).



Fig. 16: Øvre del av det nedlagte Askilsrud kalksteinsbrudd på Roa. I sin driftstid leverte bruddet kalk til Christiania spigerverk.

Forekomstene ved Hallom og Askilsrud tilhører samme kalksteinsdrag og avstanden mellom bruddene er 800 - 900 m. Kalksteinen er mørk grå av farge og med et høyt innhold av fossiler i en finkornet grunnmasse. De mest fremtredende fossilene er brachiopoder, kalkalger, koraller og gastropoder. Det meste av kalkspaten er rekrystallisert og relativt lys og ren. Grunnmassen består av kalkspat, spredte korn av kvarts, feltspat og glimmer. I tillegg opptrer spetter av kis. Kalken synes mer forurenset her enn ved Hallom. Den grå fargen skyldes i hovedsak finfordelt organisk materiale/grafitt.

Hallom

Forekomsten ligger ca. 350 meter vest for vestenden av Kalvsjø, og har vært drevet langs et ca. 400 meter langt bruddområde (Fig. 17). Omtrent midtveis i bruddet ser man restene av en kalkovn (Fig. 18). I dag er bruddområdet mer eller mindre fullstendig igjengrodd. Kalken er av samme kvalitet som ved Askilsrud og disse bruddene var i produksjon samtidig.



Fig. 17: Det nedlagte Hallom kalksteinsbrudd på Roa leverte kalk til en nærliggende kalkovn.



Fig. 18: Den nedlagte kalkovnen ved Hallom kalksteinsbrudd på Roa.

Kinge

Like øst for sykehjemmet ved Kinge (Fig. 14) ligger to nedlagte brudd. Bruddene er på det nærmeste igjengrodd. Fra parkeringsplassen ved sykehjemmet går det en traktorvei inn til bruddene. I følge eieren på gården Kinge hadde det stått en kalkovn der sykehjemmet ligger. Litostratigrafisk tilhører kalksteinen Rytteråkerformasjonen (Pentamerus kalken).

Makroskopisk er kalksteinen i bruddene ved Kinge finkornig, massiv og gråblå av farge. I enkelte benker er kalken nærmest impregnert av fossiler. Kalken virker ren og den gråblå fargen skyldes i hovedsak organiske forbindelser/grafitt og muligens noe sulfider.

Kalken fra bruddene har i hovedsak vært brukt til fremstilling av brent kalk, men i dag synes jordbruk- og miljøkalk å være den viktigste anvendelsen.

4.4 Ringerike

På Ringerike opptrer store mengder med kalkstein av mellomordovicisk (Bøsnesformasjonen = Kalvsjøformasjonen) og øvre silurisk alder (Rytteråkerformasjonen). Ser man bort i fra blottningene langs Tyrifjorden og Steinsfjorden er kalkområdene nesten fullstendig overdekket. En rekke steder har det vært tatt ut kalkstein som blokkstein, med bruddet ved Burud (7) som det viktigste.

Burud kalksteinsbrudd (7) ligger ca. 1 km vest for nordenden av Steinsfjorden (Fig. 19). Dette er et kalksteinsbrudd som disponeres av Franzefoss kalk, men er ikke i regulær drift. Bruddet har en størrelse på 250x100m og har vært drevet i 2 nivåer (Fig. 20). Kalken tilhører Rytteråkerformasjonen (Pentameruskalken) og er på dette sted grålig av farge og ganske homogen. Bruddet har vært drevet i en vertikal høyde på 15-20 meter. Igjenværende kalkressurser er store.



Fig. 19: Kart som viser beliggenheten av Ringerike kalkverk (Burud).



Fig. 20: Deler av Burud kalksteinsbrudd (Ringerike kalkverk) ved nordenden av Steinsfjord. Dette er et stort kalksteinsbrudd i periodisk drift på kalk fra Rytteråkerformasjonen (Pentamerus kalken).

4.5 Oslo-Drammen-Holmestrandområdet

I Oslo-området var det i tidligere tider en ganske betydelig kalksteinsproduksjon. Det ble produsert fra en rekke forskjellige lokaliteter. De største og viktigste forekomstene lå i Sandvikaområdet (8). Bruddene er alle nå nedlagt og de eldste er forlenget bebygd og knapt

synlig. I dag er bare en gammel kalkovn for produksjon av brent kalk synlig ved Slepden stasjon (Fig 2).



Fig. 21: Luftfoto over Franzefoss brudd i Sandvika. Driften er nå nedlagt og området brukes som lagerplass (foto fra Franzefoss web side).

I Sandvika hadde Franzefosskonsernet sitt arnested (Fig. 21). I dag er det ikke produksjon fra dette bruddet, området brukes bl.a som lager for kalksteinsprodukter før salg. 7 km med gruveganger under Bærum sykehus vitner om stor aktivitet i tidligere tider.

På grunn av den svært tette bebyggelse i Oslo-området vil det være lite aktuelt å kunne åpne nye brudd i dette området, selv om det skulle være brukbar kalk tilbake.

Mjøndalenområdet

I Mjøndalenområdet er det flere store, nå nedlagte kalksteinsbrudd som ble drevet på kalkstein fra Rytteråkerformasjonen (Pentameruskalk) av Mjøndalen kalkverk (9) (Fig. 22 og 23). All drift er nå innstilt og de fleste av bruddene er enten i bruk som boligområder eller som fyllplasser. Kalken er grålig og fossilrik, men synes å være ganske urein. Det er store områder med kalkstein tilgjengelig, men nærheten til Drammensgranitten gjør at store områder er kontaktmetamorfosert og dermed mindre interessant som kalkråstoff. Området er også i de senere år blitt svært tettbebygget og muligheten for å etablere nye brudd er begrenset.



Fig. 22: Kart som viser beliggenheten av de nedlagte kalksteinsbrudd ved Mjøndalen, nummeret korresponderer til forekomsten merket av på Fig. 3.



Fig. 23: Nedlagt kalkbrudd ved Mjøndalen. Alle brudd i dette området er nå nedlagt.

I området fra Mjøndalen mot Eiker – Sandvær og Kongsberg, opptrer et belte med kambrosilur bergarter med flere kalkrike enheter. Det er ingen registrerte gamle brudd på kalk i dette området. Området ble befart og rekognoserende prøvetatt. Kalksteinene er ureine. Metasedimentene ligger tett opptil intrusive granitter av ekeritt og larvikitt. Der den kontaktmetamorfe påvirkning blir stor nok, blir kalksteinene ureine og innhold av silikater øker. Utenfor den kontaktmetamorfe påvirkning har kalken et høyt innhold av leirepartikler, som også reduserer kvaliteten.

4.6 Skien-Langesundområdet

Området har en betydelig produksjonen av kalkstein til Norcem sementfabrikk ved Brevik.

Siden de geologiske forhold relatert til sementproduksjonen er ivaretas av bedriftens egne folk, så vil denne rapporten ikke omhandle forhold rundt geologi, kvalitet og ressurser innenfor de eksisterende bruddområdene som ikke allerede er kjent i åpen informasjon. Geologiske forhold relatert til mulige framtidige ressurser andre steder vil imidlertid bli omtalt.

Kjørholdt og Bjørntveit gruver

Norcem bryter i dag kalkstein til sin sementproduksjon fra to forekomster. Dalen (Kjørholdt) (10) gruve og Bjørntveit gruve (11) (Fig. 24 og 25). Harstad (2006) har beskrevet de generelle geologiske forhold og en detaljert beskrivelse av urenheter i kalksteinene og den betydning dette har for rekrystallasjon og krystallvekst.

I 1916 ble A/S Dalen Portland Cementfabrikk (DPC) etablert basert på kalkstein fra Dalen kalksteinsbrudd, Brevik. Dagbruksdriften fortsatte fram til 1960. Etter den tid ble det nødvendig med overgang til underjordsdrift. I 1968 fusjonerte DPC med de to andre store sementaktørene i Norge (A/S Christiania Portland Cementfabrikk på Slemmestad og A/S Nordland Portland Cementfabrikk, Kjøpsvik i Nordland) og selskapet Norcem ble dannet. I 1988 overtok Norcem rettighetene til uttak av kalkstein fra Kjørholdt-feltet fra Norsk Hydro. Dette resulterte i at gruvene på Dalen og Kjørholdt ble slått sammen og samlet utgjør de i dag Norcem gruver på Dalen. I 1999 ble Norcem en del av Heidelberg cement group.



Fig. 24 Deler av Bjørntvedt gruve ved Brevik, som er et av største kalksteinsbrudd. Bruddet drives på kalk fra Steinsfjordformasjonen (øvre silur).

Gruvene på Dalen blir drevet på en høyverdig kalkstein av mellom-ordovicisk alder (ca. 450 mill. år) som kalles Steinvikformasjonen (tidligere Enkrinitkalk). Steinvikformasjonen har i gjennomsnitt et CaCO_3 - innhold på 86 %. Mektigheten på formasjonen er ca. 40 meter, hvorav de underste 30 metrene blir tatt ut til bruk i sementproduksjonen.

Strøket på bergarten er NNV og den stuper mot øst med fall på 10 - 20 grader. De over- og underliggende bergartene er henholdsvis sorte skifre tilhørende Venestøpformasjonen (heng) og hornfels tilhørende Fossum-formasjonen (ligg). Ved Dalen opptrer Steinvikformasjonen som en grå til lysgrå, homogen og grovkornet kalkstein, med relativt lite interne strukturer. Steinvikformasjonens østlige begrensnings er definert ved kontakten til de permiske larvikittbergartene. Forekomsten strekker seg under Eidangerfjorden. Produksjonen ved Dalen gruver skjer i dag hovedsakelig i områder under sjøen, og gruvas dypeste punkt er ca. 230 meter under havoverflaten. Årlig brytes det ca. 1 million tonn kalkstein fra gruvene i Dalen, og det er antatt at reservene er tilstrekkelig for drift i 20 - 30 år fremover. Kalksteinen fra

Dalen gruve går i hovedsak til produksjon av høykvalitets sement (lav-alkali sement) ved Norcems anlegg i Brevik.

Nord for Skien, i forlengelsen av de kalksteinene som Norcem i dag driver på ble det foretatt rekognosering og prøvetaking. Området er svært overdekket og største delen av arealet er allerede tatt i bruk til jordbruksområder eller bebyggelse. Der det er mulig å prøveta, finnes kalk av samme kvalitet som i Bjørntveitbruddet.

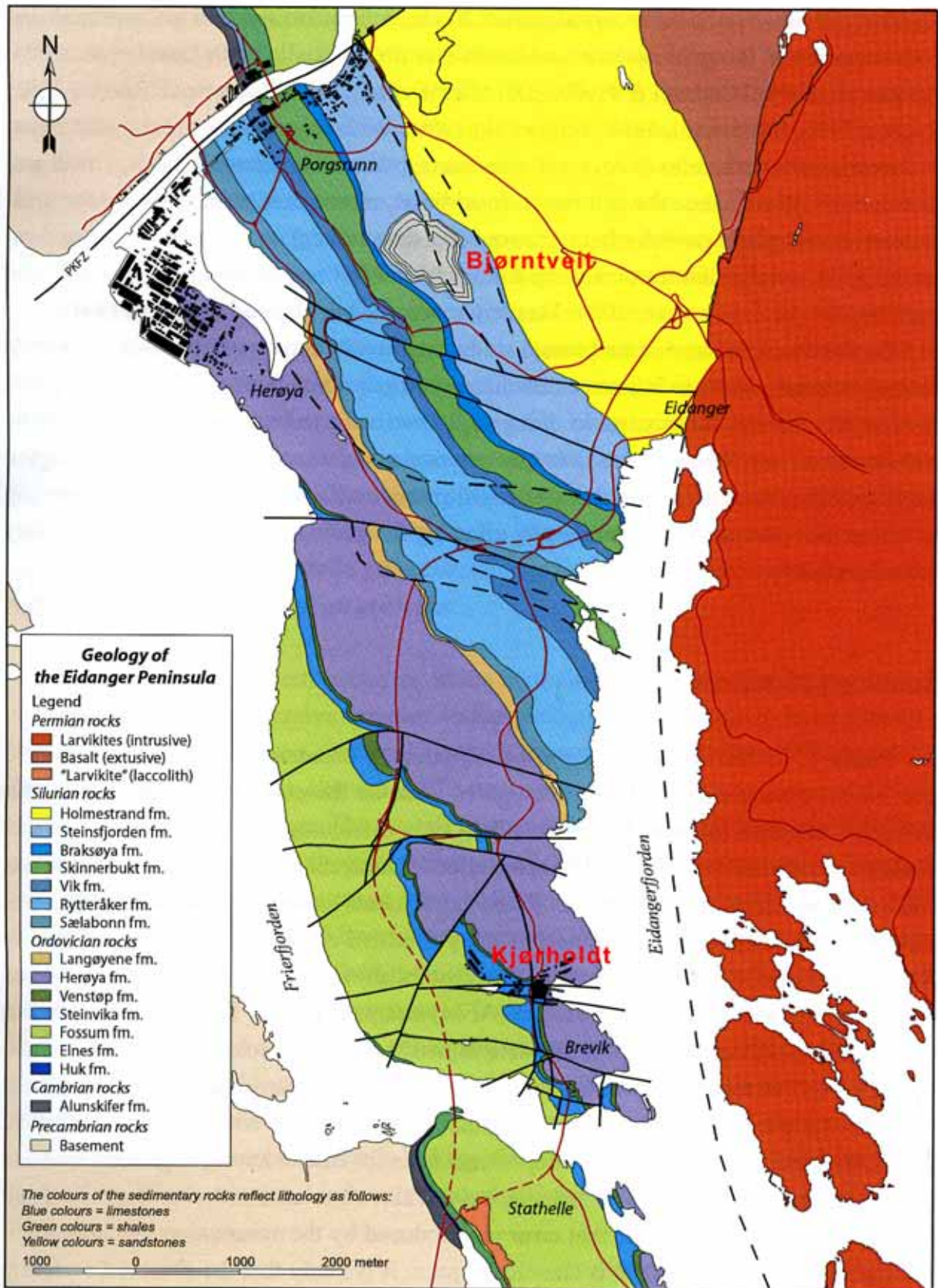


Fig. 25: Geologisk kart over Eidangerhalvøya (fra Harstad 2006).

5. KVALITETSVURDERING AV FOREKOMSTENE

5.1 Kjemiske analyser

Det ble samlet inn en serie med representative prøver fra de fleste av de gamle bruddområdene og fra noen utvalgte områder der NGU ikke tidligere har analyser av kalken.

Resultatene er sammenstilt i Tab. 1 og 2 og presentert grafisk i Fig. 26 og 27. Her er det også tatt med for sammenligning prøver av viktige kalksteinsforekomster som er i produksjon andre steder i landet. Det er analysert på standard kjemiske parametere som brukes av industrien for å vurdere kvaliteten på kalksteiner. I Vedl. 1 er vist komplett tabell med syreløslige elementer, analysert for forekomstene

Tab. 1: XRF analyser fra kalksteinsforekomster i GEOS-området

Stedsnavn	Prøvenr.	Formasjon	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅
Gamme	1-05	Mjøsaform.	1.61	0.33	0.46	0.023	1.48	52.07	<0.1	0.153	0.039	<0.01
Gamme	2-05	Mjasaform.	3.01	0.55	0.38	0.033	3.57	48.62	<0.1	0.242	0.016	<0.01
Moen, Heksumbruddet	3-05	Mjøsaform.	2.89	0.56	0.24	0.044	0.45	53.05	<0.1	0.205	0.012	<0.01
Moen, Heksumbruddet	4-05	Mjøsaform.	1.37	0.37	0.56	0.028	3.61	49.97	<0.1	0.156	0.033	<0.01
Hole, Fredlybruddet	5-05	Mjøsaform.	1.86	0.41	0.56	0.029	2.99	50.42	<0.1	0.188	0.020	<0.01
HoleFranzefoss	8-05	Mjøsaform.	5.91	1.07	1.22	0.075	1.27	48.78	<0.1	0.30	0.031	0.020
Kleven	9-05	Mjøsaform.	2.39	0.36	0.30	0.025	1.07	52.82	<0.1	0.169	0.023	<0.01
Kleven	10-05	Mjøsaform.	0.82	0.24	0.32	0.017	0.51	54.45	<0.1	0.126	0.014	<0.01
Askilsrud	11-05	Kalvsjøfm.	3.18	1.24	0.59	0.054	0.59	51.98	<0.1	0.384	0.058	<0.01
Askilsud	12-05	Kalvsjøfm.	1.74	0.25	0.30	0.020	0.38	54.33	<0.1	0.095	0.066	<0.01
Hallam	13-05	Kalvsjøfm.	3.44	0.89	0.70	0.057	0.55	51.97	<0.1	0.255	0.078	<0.01
Kjærøven	14-05	Kalvsjøfm.	3.66	0.83	0.72	0.047	1.48	50.37	<0.1	0.268	0.065	0.030
Burud	15-05	Rytteråkerfm.	5.31	1.61	0.65	0.089	0.75	50.00	<0.1	0.458	0.024	<0.01
Burud	16-05	Rytteråkerfm.	2.37	0.44	0.34	0.030	0.54	53.36	<0.1	0.147	0.024	<0.01
Blekestad	17-05	Rytteråkerfm.	5.17	0.66	0.61	0.044	0.50	51.17	<0.1	0.165	0.036	<0.01
Bjørntvedt	18-05	Steinsjordfm.	2.34	0.62	0.66	0.043	0.78	52.96	<0.1	0.207	0.046	0.05
Lokaliteter utenfor eksisterende bruddområder												
N for Skrimfjellet	20-05	Herøyfm.	12.5	3.81	1.62	0.173	1.68	43.72	0.21	1.153	0.032	0.07
Råtavannet (Eikern)	21-05	Fossumfm.	10.85	2.68	1.44	0.170	1.02	45.19	0.18	0.740	0.190	0.09
N for Venstøp (Skien)	22-05	Rytteråkerfm.	35.19	12.22	5.81	0.520	3.23	20.45	0.67	2.790	0.060	0.12
Krekling	23-05	Vollenfm.	1.72	0.44	0.38	0.030	0.71	55.76	<0.1	0.199	0.038	0.01
Ampyx kalk (Krekling)	24-05	Vollenfm.	38.66	9.89	5.03	0.512	4.98	24.06	0.38	2.625	0.068	0.06
Lokaliteter utenfor GEOS området (for sammenligning)												
Visnes	Eide		0.14	0.04	0.01	0.01	0.61	55.2	0.1	0.01	0.00	0.01
Akselberg	Brønnøy		0.07	0.03	0.25	-0.01	0.86	54.24	-0.10	-0.01	0.05	-0.01
Tromsdal	N-Trøndelag		0.57	0.19	0.16	0.03	0.63	54.66	0.10	0.04	0.01	0.01

Diagrammer som viser den kjemiske variasjon i prøvene er vist i Fig. 21 og 22.

Alle de analyserte kalksteinene inneholder < 4% MgO og har derfor ikke-dolomittisk sammensetning. I noen av prøvene fra Vestre Toten området er det rundt 3.5% MgO. Dette tilsvarer en dolomittandel på ca. 16%. Tar vi mengden SiO₂ som et mål for mengden forurensende silikater, ser vi at det er ganske store variasjoner og at kalksteinene i GEOS-området viser en større variasjon og inneholder betydelig mer forurensinger enn kalksteiner som er i produksjon på Møre, Nord-Trøndelag og Helgeland.

Tab. 2: Analyser av syreløselig CaO og MgO, og utregnet kalkspat og dolomitt innhold

Stedsnavn	Prøvenr	Formasjon	MgO	CaO	Dolomitt	Kalkspat	Uløst*
Gamme	1-05	Mjøsaform.	1.42	50.65	6.51	86.87	6.61
Gamme	2-05	Mjøsaform.	3.43	45.75	15.74	73.13	11.13
Moen, Heksumbruddet	3-05	Mjøsaform.	0.43	52.61	1.98	92.82	5.19
Moen, Heksumbruddet	4-05	Mjøsaform.	3.52	47.57	16.12	76.17	7.71
Hole, Fredlybruddet	5-05	Mjøsaform.	2.89	47.29	13.23	77.24	9.53
Hole Franzefoss	7-05	Mjøsaform.	1.12	32.60	5.14	55.40	39.46
Hole Franzefoss	8-05	Mjøsaform.	1.20	45.61	5.52	78.42	16.06
Kleven	9-05	Mjøsaform.	1.01	49.53	4.65	85.88	9.47
Kleven	10-05	Kalvsjøform.	0.53	51.49	2.43	90.58	6.99
Askildrød	11-05	Kalvsjøform.	0.53	50.79	2.43	89.33	8.24
Askildrød	12-05	Kalvsjøform.	0.54	49.39	2.46	86.82	10.72
Hallam	13-05	Kalvsjøform.	0.42	52.05	1.92	91.86	6.22
Kjørrven	14-05	Rytteråkerform.	0.52	48.69	2.39	85.61	12.00
Burud	15-05	Rytteråkerform.	1.38	47.43	6.35	81.22	12.44
Burud	16-05	Rytteråkerform.	0.66	47.99	3.00	84.03	12.97
Blekestad	17-05	Rytteråkerform.	0.56	50.23	2.55	88.27	9.18
Bjørntvedt	18-05	Steinsjøform.	0.46	49.53	2.11	87.26	10.63
Lokaliteter utenfor eksisterende bruddområder							
N for Skrimfjellet	23-05	Herøyform.	0.19	30.78	0.89	54.46	44.65
Råtavannet	24-05	Fossumform.	0.45	40.30	2.05	70.81	27.14
N for Venstøp	20-05	Rytteråkerform.	0.46	40.44	2.10	71.03	26.87
Krekling	21-05	Vollenform.	0.96	43.66	4.41	75.53	20.07
Ampyx kalk Krekling	22-05	Vollen fm	2.67	19.73	12.24	28.58	59.18
Lokaliteter utenfor GEOS-området (for sammenligning)							
Visnes (Nord-Møre)			0.44	55.10	2.01	97.25	0.74
Akselberg (Helgeland)			0.84	54.04	3.82	94.38	1.79
Trosdalen (Nord-Trøndelag)			0.84	52.59	3.85	91.76	3.84

* Uløst er utregnet som $100 - (\text{kalkspat} + \text{dolomitt})$

I Vedl. 1 er en tabell med analyser av sporelementer. Ut fra disse verdiene kan en se at ingen av prøvene inneholder signifikante mengder med skadelige tungmetaller eller utpeker seg med et avvikende sporelementinnhold i forhold til det som er vanlig i kalksteiner.

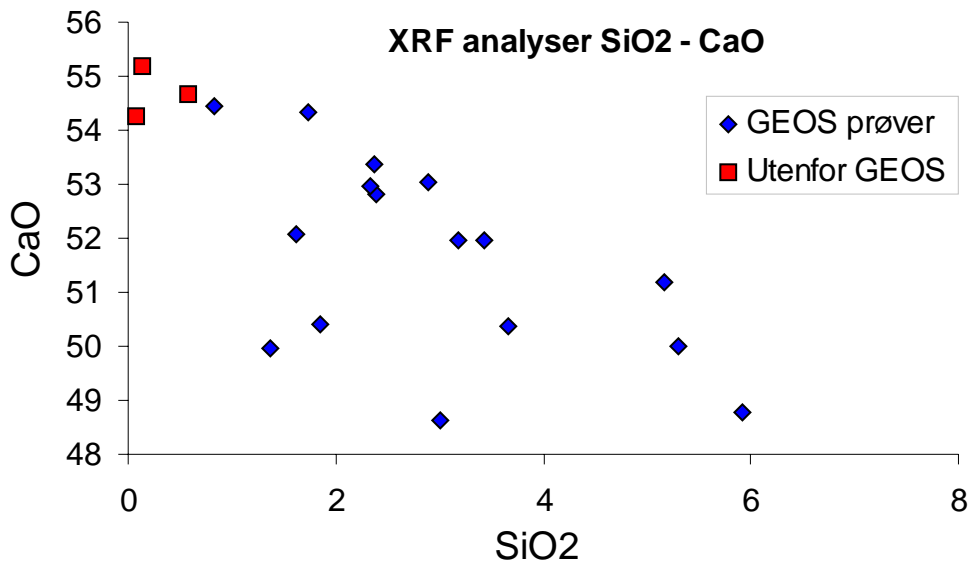


Fig. 26: Plott av SiO₂-CaO som viser kjemisk variasjon av de prøvetatte GEOS-forekomster, sammenlignet med noen viktige kalkforekomster utenfor GEOS-området.

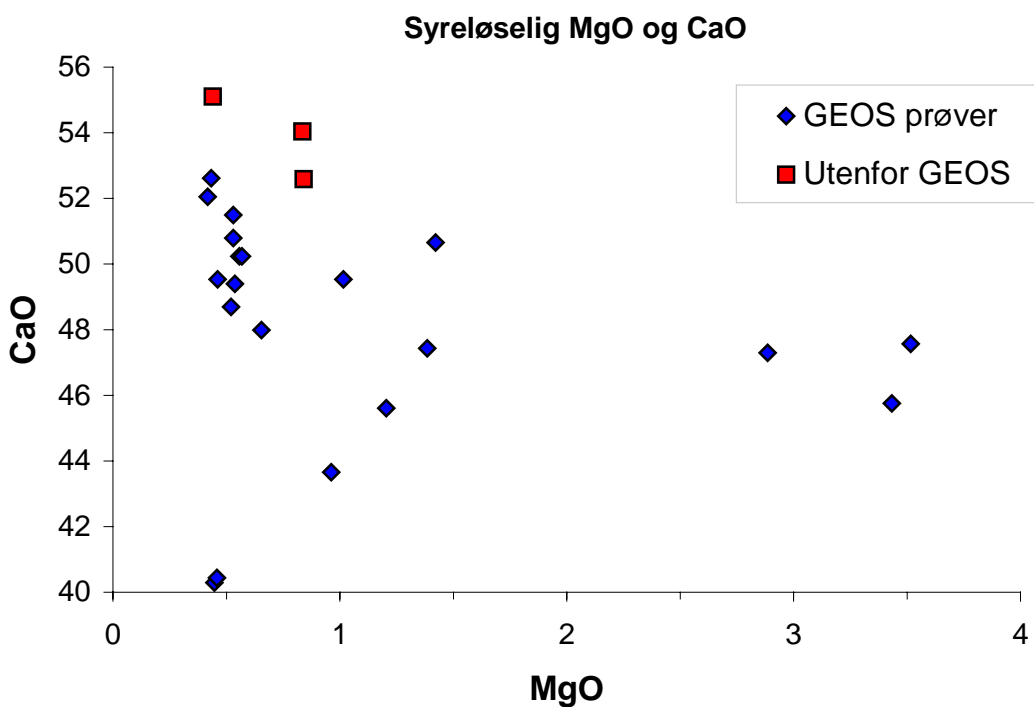


Fig. 27: Plott av syreløslig CaO og MgO for GEOS-forekomstene.

Disse resultatene antas å være representative for de områder med kalker som opptrer innenfor GEOS-området og det er lite sannsynlig at en ved tettere prøvetaking kan påvise områder med betydelig bedre kvalitet.

De kjemiske analyser kan oppsummeres som følger: Kalksteinene innenfor GEOS-området viser en betydelig kjemisk variasjon. Rytteråkerformasjonen synes også å være den enhet som generelt har større innhold av forurensinger enn de andre formasjoner. Imidlertid kan prøver fra samme formasjon men fra forskjellig geografisk plassering vise stor innbyrdes kjemisk variasjon, noe som sannsynligvis skyldes lokale sedimentære variasjoner.

Kalksteinene oppfyller de krav som stilles til råstoff som skal bruke til pH-regulering (jordbrukskalk) og til sementfremstilling.

5.2 Tynnslip beskrivelse

Kalkene i GEOS-området er avsatt i vekslende geologiske miljø og har varierende metamorf påvirkning.

Generelt kan det sies at kalker som ikke har noen kontaktmetamorf påvirkning viser mange fellestrekk uansett hvilken formasjon i lagrekka de kommer fra. De er fossilrike og består av forskjellige typer av skallfragmenter med varierende grad av innblandet leire og siltpartikler og kornstørrelsen er ofte svært liten (< 0.01mm). Dette illustreres ved Fig. 28. Her ser man en rekke skallframerter med innfylling av leire- og siltpartikler.

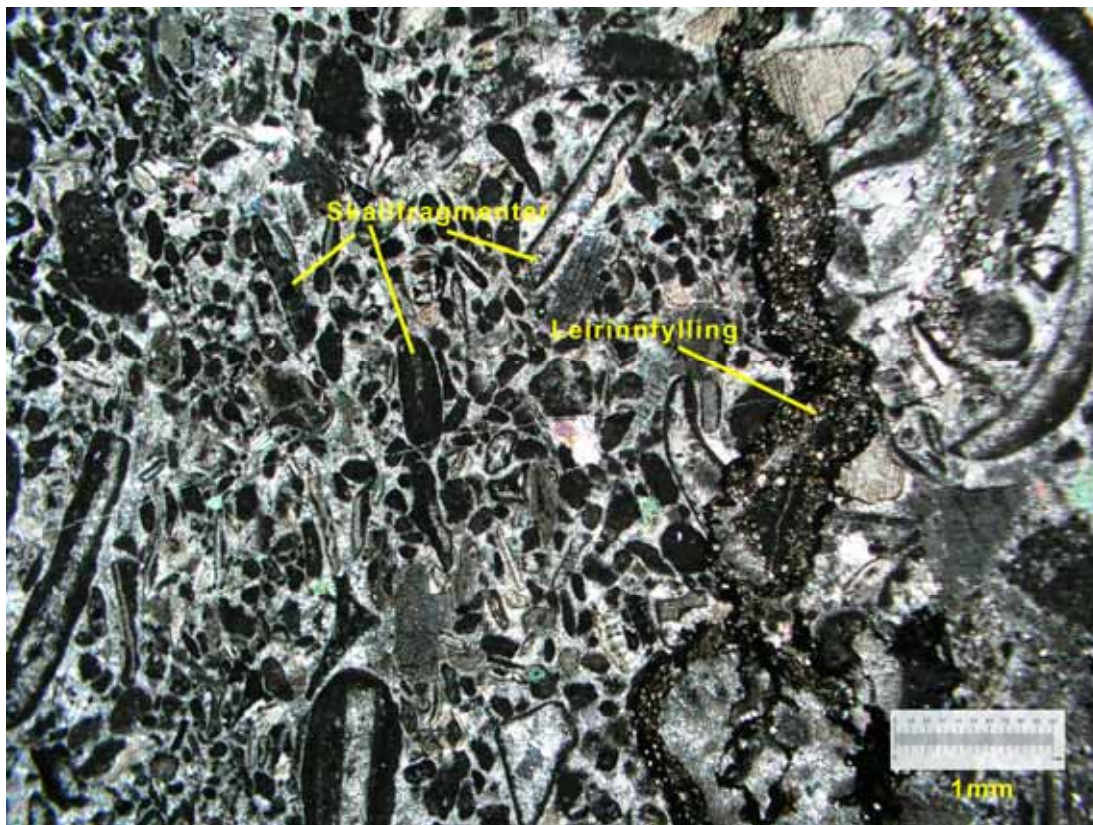


Fig. 28: Tynnslipbilde av kalk fra Hole kalkbrudd, et eksempel på en svært fossilrik kalk, med tallrike skallfragmenter. Denne kalken er også helt umetamorf.

Ved begynnende kontaktmetamorf påvirkning skjer en tydelig endring i bergartens tekstur: Fossilfragmentene forsvinner helt eller delvis, kornstørrelsen blir større, leirpartikler omdannes til kalksilikater. Fig. 29 fra Askilsrud på Lunner viser et eksempel på dette. Dette er

en kalkstein som har gjennomgått en svak til moderat kontaktmetamorfose. Fossilfragmentene er tilstede men betydelig mindre synlige, og kalken har en betydelig større kornstørrelse.

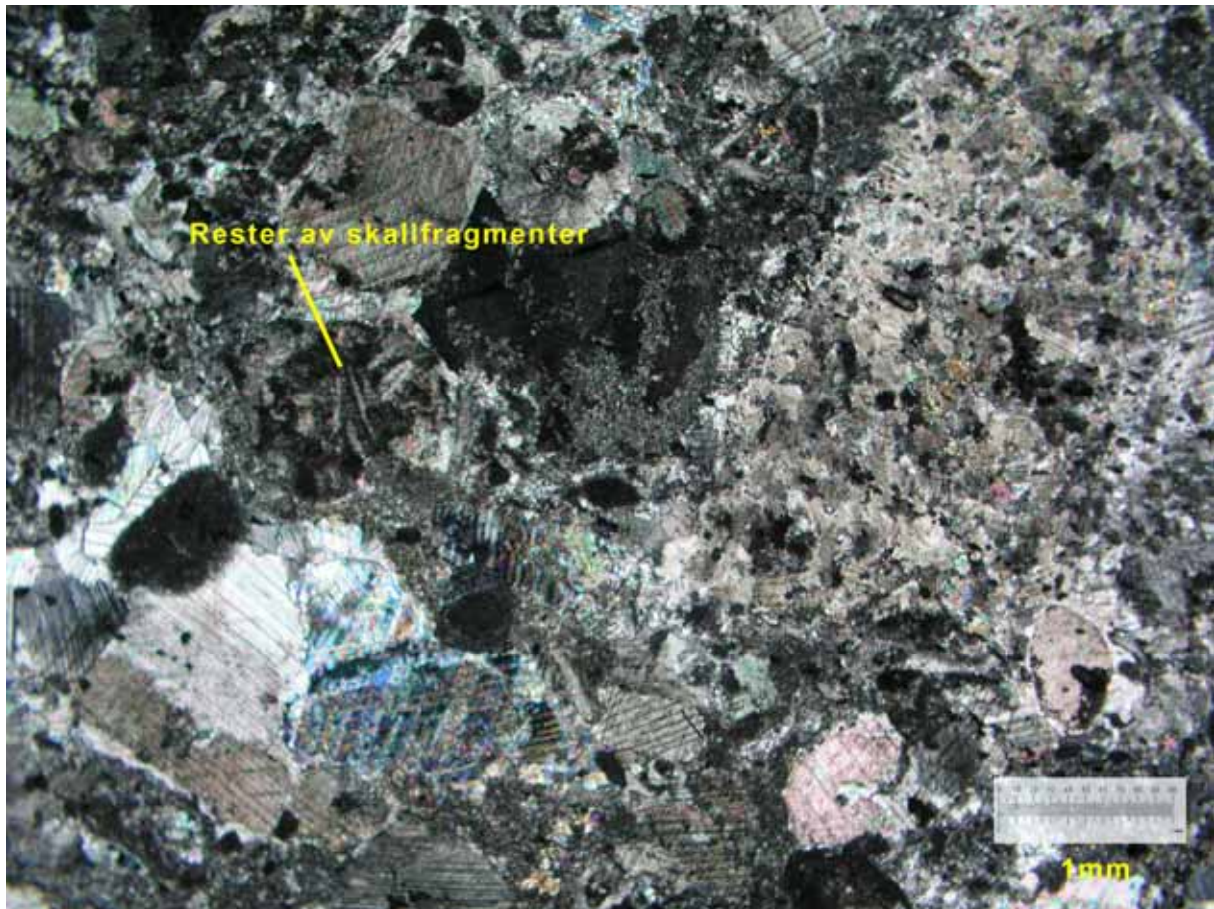


Fig. 29: Tynnslipbilde av kalk fra Askilsrud kalkbrudd på Roa. Denne kalken har en svak kontaktmetamorfe påvirkning. Fossilrester er delvis nedbrutt.

Når den kontaktmetamorfe påvirkning blir stor endres kalkens teksturelle utseende betydelig; kornstørrelsen blir større, kornrensene blir mer regelmessige og fossilrester sammen med organisk materiale forsvinner helt. Innholdet av kvarts og andre silikatmineraler øker. Dette gjør at kalksteiner av denne typen sjelden har noen økonomisk interesse som kalkråstoff, men kan ha gode egenskaper som pukk. Fig. 30 viser eksempel på dette.

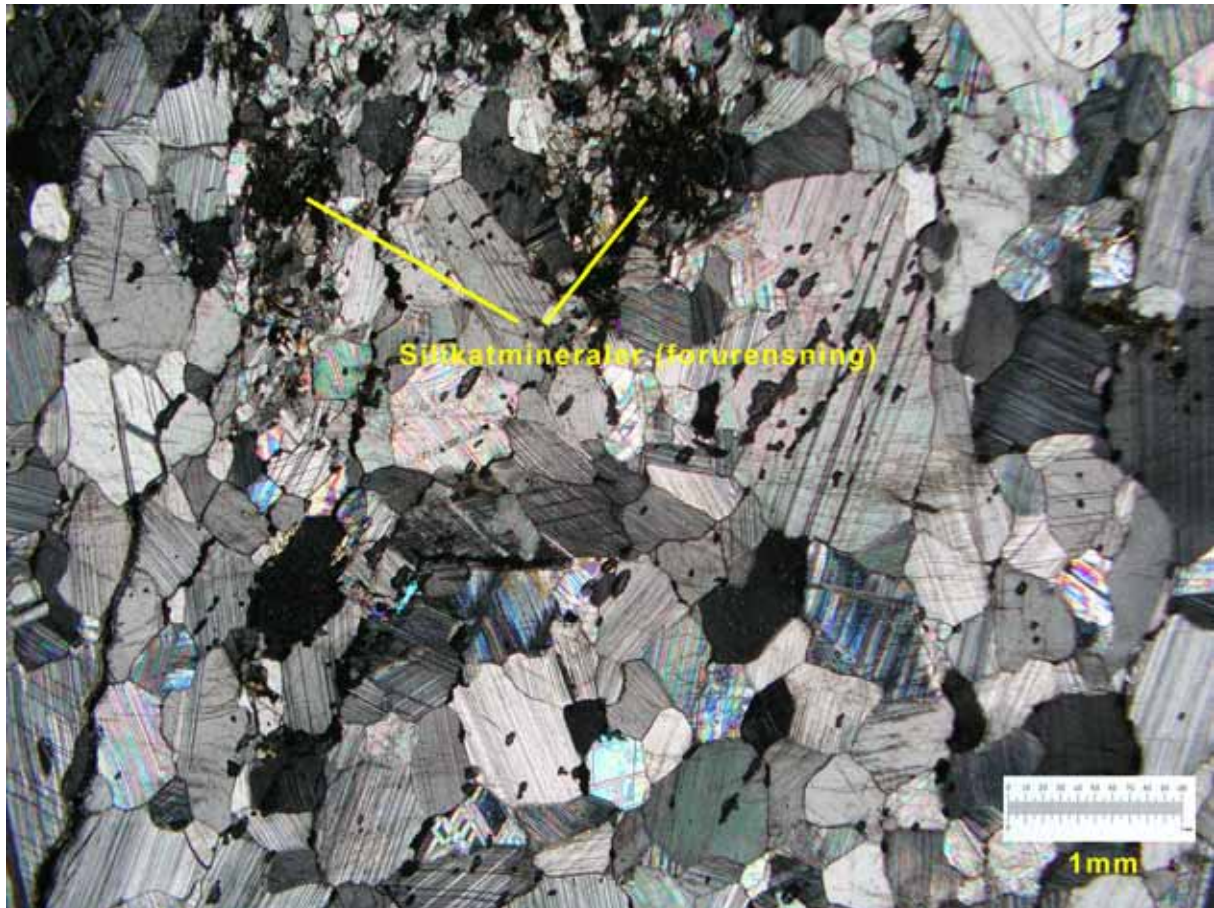


Fig. 30: Tynnslipbilde av kalkstein nord for Skrimfjellet ved Kongsberg. Dette er en kalkstein som har gjennomgått kontaktmetamorfe påvirkning fra nærliggende monzonitt (larvikitt).

6. RESSURSER OG AREALKONFLIKTER

Den rekognoserende type av arbeid som denne rapporten omhandler, tillater ikke noen inngående vurdering av reserveberegninger og eventuelle arealkonflikter. Siden GEOS-området er et tettbefolket område er det imidlertid viktig med noen generelle kommentarer vedrørende dette.

På Toten i Mjøsaområdet er det store mengder kalk tilgjengelig, ny aktivitet kan etableres i tilknytning til eksisterende (nedlagte) brudd. Over store områder spesielt på Helgøya og fastlandet (Nesområdet) er det mulig å etablere ny kalksteinsdrift (se Øvereng 1999). Overdekkningen er imidlertid meget stor så det er ikke mulig å avgrense potensielle bruddområder uten omfattende undersøkelser. Steens kalkbrenneri på Furuberget forsyner sannsynligvis markedet med de kvanta og kvalitetene som trengs og det antas at det ikke er mangel på kalk i dette området.

På Veste-Toten der Franzefoss Hole er i drift, er reservene i det eksisterende bruddet tilsynelatende store. Kalken er imidlertid sterkt foldet og de økonomisk mest interessante partiene er begrenset. Muligheter for nyetablering av brudd eller flytting av eksisterende driftsområdet er sannsynligvis begrenset.

I Lunnerområdet er det ingen forekomster i drift. Kvaliteten er brukbar til jordbrukskalk og det skulle være mulig å åpne nye brudd hvis ønskelig, men neppe i nærheten av de eksisterende brudd da disse ligger nokså tett opptil fylkesveier, jernbane og bebyggelse. Det

er såpass store ressurser at det ikke skulle være vanskelig å finne fram til nye bruddområder hvis det blir aktuelt.

Burud kalksteinsbrudd (Ringerike kalkverk) ligger slik til at det er store ressurser med kalk av eksisterende kvalitet med mulighet for å utvidelse ved fremtidig drift.

I Oslo-Drammen- og Holmestrandområdet vil det være vanskelig å etablere nye kalksteinsbrudd av særlig størrelse grunnet for mye bebyggelse. Det kan imidlertid være mulig bryte kontaktmetamorfe kalksteiner som pukk spesielt i Sande området.

I Skien-Langesundområdet oppgir Norcem at de har reserver for 20 års drift fra de nåværende forekomstene på Bjørntvedt og Kjørholdt. Dagbruddet ved Bjørntvedt kan ikke utvides på grunn av bebyggelsen i Porsgrunn. De samme kalksteinsformasjoner fortsetter nord for Skien men p.g.a overdekkning er det vanskelig å vurdere potensialet i dette området da det vil kreve omfattende undersøkelser (boring, grøfting). Analyser av de få blottningene som ble besøkt under dette arbeidet tyder på at kalken er urein. Noe som kan være en fordel for sementproduksjon.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Denne rapporten gir en oversikt over kalksteinsressursene i GEOS-området. Alle kalksteinsforekomstene er knyttet til bestemte geologisk enheter i Oslofeltets kambro-silur lagrekke. De viktigste formasjonene for økonomisk utnyttelse av kalkstein er og har vært (fra nederst til øverst i lagrekka):

- Hukformasjonen (Orthocerkalken)
- Steinvikformasjonen (Enkrinittkalken)
- Mjøsaformasjonen (Mjøskalken)
- Kalvsjøformasjonen (Gastropodekalken)
- Rytteråkerformasjonen (Pentameruskalken)
- Steinsfjordformasjonen (Favositeskalken)

Kalkstein er/har vært brutt i GEOS-området i 4 hovedområder som er:

- Totenområdet
I dag er 2 forekomster i drift her
Steen kalkbrenneri
Franzefoss Hole
- Hadeland- Ringeringeområdet
I dag er ingen forekomster i regelmessig drift, det er periodisk drift ved Ringerike kalkverk.
- Oslo- Drammen- Holmestrandområdet
I dag er ingen forekomster i drift her.
- Skien-Langesundområdet

Kjørholt og Bjørntveit gruver er i drift for kalk til Norcem sementfabrikk.

Den kjemiske sammensetning viser at alle prøvene har sammensetning tilsvarende kalkstein og at dolomitt ikke opptrer i de bergartene som er prøvetatt. Det er samtidig ganske stor kjemisk variasjon. Prøver fra Rytteråkerformasjonen er de som generelt viser det største innhold av andre mineraler (urenheter i kalken), mens prøver fra andre formasjoner viser stor variasjon i kvalitet. Forekomstene er i varierende grad kontaktmetamorfte påvirket, noe som resulterer i økende kornstørrelse og økende innhold av forurensende silikatmineraler. Rekognoserende undersøkelser i området nord for Skien og i Eiker-Sandsvær, har ikke resultert i påvisning av nye forekomster av økonomisk interesse. Imidlertid er området nord for Skien så sterkt overdekket at det kreves mer omfattende undersøkelser før dette området kan avskrives.

Når det gjelder fremtidige resurser og arealkonflikter er det kun i Oslo- Bærumområdet at det definitivt er liten mulighet for kalksteinsdrift, dette p.g.a. den store befolkningstetthet. I alle andre områder skulle det være kalkressurser nok til å dekke behovet for kalk i mange år framover.

Siden GEOS-området er en region med stor bygge aktivitet er det viktig at de forskjellige områdene med brudd i drift regelmessig holdes under oppsyn slik at ikke områder med viktige kalkressurser disponeres til andre formål.

8. REFERANSER

- Dons J.A. 1997: Oslo-traktens geologi med 25 turbeskrivelser. Vett & viten, 207s.
Franzefoss web side: www.franzefoss.no
- Harstad A.O. 2006: Dissolution, growth and recrystallisation of Calcite and Limestone: Effects of impurities. Dr. Scient avhandling. Univ. Oslo.
- Holtedahl O. 1912: Kalksteinsforekomster i Kristianiafeltet, Norges geologiske undersøkelse nr. 63.
- Kjølle I. 1998: Industrimineral kvalitet av kalkstein: Effekten av kontaktmetamorfose på teksturelle egenskaper, hvithet og geokjemi.
- Olerud S. & Owen A.W. 1995: Bergrunnsgeologisk kart Gran 1815-1 1:50000.
- Vogt J.H.L. 1897: Norsk marmor. Norges geologiske undersøkelse nr. 22.
- Øvereng O. 1999: Kalksteinsundersøkelser i kommunene Hamar og Ringsaker, Hedmark fylke, NGU rapport 90.062.

Vedlegg 1: Syreløslig ICP analyser fra kalkforekomster i Osloregionen

Stedsnavn	P.nr.	Si	Al	Fe	Ti	Mn	P	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	V	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Gamme	1-05	<1000	<200	2650	10.8	301	431	<5	66.5	<10	<10	<1.00	<10	7.43	<1	4.54	186	420	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	1.74	<20
Gamme	2-05	<1000	208	1690	<10.0	109	453	<5	73.0	<10	<10	1.08	<10	6.50	<1	4.61	<10.0	288	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	1.70	<20
Moen, Heksumbruddet	3-05	<1000	479	1750	11.6	101	461	<5	52.8	<10	<10	1.26	<10	5.61	<1	3.79	<10.0	261	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	2.02	<20
Moen, Heksumbruddet	4-05	<1000	246	3290	10.8	256	455	<5	56.6	<10	<10	1.46	<10	6.54	<1	3.87	15.2	215	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	1.34	<20
Hole, Fredlybruddet	5-05	<1000	<200	3380	<10.0	167	451	<5	54.8	<10	<10	1.15	<10	<5.00	<1	3.61	26.6	453	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	1.35	<20
Hole Franzefoss	8-05	<1000	644	3460	<10.0	232	479	<5	51.8	<10	<10	1.16	<10	<5.00	<1	4.9	19.8	273	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	4.28	<20
Kleven	9-05	<1000	293	1660	10.6	173	455	<5	57.4	<10	<10	1.67	<10	6.81	<1	3.19	<10.0	226	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	2.91	<20
Kleven	10-05	<1000	<200	1400	10.8	110	468	<5	53.2	<10	<10	<1.00	<10	<5.00	<1	2.86	<10.0	253	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	1.06	<20
Askildrød	11-05	1250	844	3110	15.1	456	474	<5	72.9	<10	<10	1.32	<10	<5.00	<1	4.97	<10	347	<10	<50	<2	<10	1.12	<20	<10	6.00	<20
Askildrød	12-05	<1000	229	1600	11.9	533	401	<5	65.4	<10	<10	<1.00	<10	7.00	<1	4.05	<10.0	266	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	4.39	<20
Hallam	13-05	1040	759	2830	12.6	601	438	<5	63.6	<10	<10	1.07	<10	8.41	<1	5.69	<10.0	328	<10	<50	<2	<10	1.25	<20	<10	4.61	<20
Kjørrven	14-05	<1000	416	3080	11.1	503	516	<5	61.2	<10	<10	1.17	<10	5.86	<1	5.83	22.7	1900	<10	<50	<2	<10	1.24	<20	<10	5.46	<20
Burud	15-05	1800	1400	2960	14.8	195	468	<5	61.7	<10	<10	1.45	<10	<5.00	<1	6.21	<10.0	492	<10	<50	<2	<10	1.45	<20	<10	6.11	<20
Burud	16-05	<1000	382	1270	11.8	177	422	<5	56.1	<10	<10	1.18	<10	<5.00	<1	3.91	<10.0	428	<10	<50	<2	<10	<1.00	<20	<10	2.88	<20
Blekestad	17-05	1270	859	2340	13.9	289	442	<5	62.4	<10	<10	1.23	<10	5.89	<1	5.00	<10.0	663	<10	<50	<2	<10	1.03	<20	<10	6.08	<20
Bjørntvedt	18-05	1870	1670	3180	96.5	337	552	<5	50.7	<10	<10	1.75	<10	6.36	<1	6.38	<10.0	776	<10	<50	<2	<10	1.28	<20	<10	6.95	<20