

# Ny opera i Bjørvika

## Grunnundersøkelser. Datarapport

20011343-1

15. oktober 2001.



# Ny opera i Bjørvika

## Grunnundersøkelser. Datarapport

20011343-1

15. oktober 2001.

**Oppdragsgiver:**

**Statsbygg**

**Kontaktperson:**

Rolf Jullum

**Kontraktreferanse:**

Kontrakt 95047 PNO

**For Norges Geotekniske Institutt**

**Prosjektleder:**

  
Ørjan Nerland

**Rapport utarbeidet av:**

Ørjan Nerland

**Kontrollert av:**

  
Per Tuft

**Arbeid også utført av:**

Tor Sager

## Sammendrag

Rapporten presenterer resultater fra grunnundersøkelser utført i forbindelse med planlagt bygging av nytt operabygg i Bjørvika. Undersøkelsene er utført i perioden august og oktober 2001.

Feltundersøkelsene omfattet totalt 64 borpunkter, 26 på land og 38 i sjøen. Det ble utført 64 totalsonderinger, 8 CPTU-sonderinger og 2 prøveserier. Prøveseriene ble utført med henholdsvis Ø54 mm prøvetaker med plastsylindre og Ø76 mm prøvetaker med stålsylindre.

Laboratorieundersøkelsene omfattet rutineundersøkelser av 18 uforstyrrede Ø54 mm sylinderprøver og 9 uforstyrrede Ø76 mm sylinderprøver. Rutineundersøkelsene omfattet prøveåpning og materialbeskrivelse, bestemmelse av vanninnhold, romvekt og skjærstyrke fra konus og enaksiale trykkforsøk.

Det er totalt utført 8 aktive (CAUa) og 6 passive (CAUp) treaksialforsøk, samt 6 kontinuerlige (CRS) og ett trinnvis ødometerforsøk. I tillegg er det utført 11 plastisitets- og 6 kornfordelingsanalyser.

## Innhold

1	INNLEDNING .....	4
2	FELTUNDERSØKELSER .....	4
3	LABORATORIEUNDERSØKELSER .....	7
4	REFERANSER .....	9

## Figurer

Figur 1	Oversiktskart	M = 1:50 000
Figur 2	Borplan	M = 1:500
Figur 3	Profil A-A	M = 1:500
Figur 4	Profil B-B	M = 1:500

## Vedlegg

Vedlegg A	Totalsonderinger
Vedlegg B	Trykksonderinger
Vedlegg C	Borprofiler
Vedlegg D	Kornfordelingskurver
Vedlegg E	Ødometerforsøk
Vedlegg F	Treksialforsøk

## Kontroll- og referanseside

-

## 1 INNLEDNING

I forbindelse med planlagt bygging av nytt operabygg har Norges Geotekniske Institutt (NGI) utført grunnundersøkelser for Statsbygg i Bjørvika. Undersøkelsesområdet er vist på oversiktskart, se figur 1.

Dette er en datarapport med presentasjon av resultater fra undersøkelsene uten noen form for tolkning.

## 2 FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsene er utført i perioden 20. august til 9. oktober 2001.

Til utførelse av boringene er benyttet NGIs beltegående borerigg, type Geomachine 100, samt BanePartners beltegående borerigg, type Geotech 710.

Koordinatbestemmelse (x,y,z) av borpunktene ved innmåling er utført av ScanSurvey AS. Koordinatene er basert på referansesystemet til Oslo Oppmålingsvesen, se for øvrig referanse /1/.

Det er utført boringer i totalt 64 borpunkter, hvorav 26 er utført på land og 38 på sjøen. Tabell 1 på neste side viser oversikt over borpunkter og hvilke typer undersøkelser som er utført i de ulike punktene. Plassering av boringene er vist på borplan, se figur 2. For beskrivelse av bormetoder, symboler og opptegning henvises til /2/.

Det er totalt utført 64 totalsonderinger. For sikker påvisning av fjell er totalsonderingene avsluttet etter ca 3 m boring i antatt fjell. Resultatene fra totalsonderingene er vist som enkeltboringer i vedlegg A. Det er i tillegg vist totalsonderinger på profil A-A og B-B, se figur 3 og 4.

Grunnundersøkelsene omfattet 8 CPTU-sonderinger, hvorav 2 er utført på land og 6 i sjøen. CPTU-sonderingene på land er utført av NGI med Memocone (50 kN), mens CPTU-sonderingene i sjøen er utført av BanePartner med Geotech-sonde (50 kN). Ved sondering måles spissmotstand ( $q_c$ ), sidefriksjon ( $f_s$ ) og poretrykk ( $u$ ). Resultatene er vist som enkeltboringer i vedlegg B sammen med følgende beregnede parametre:

$$\text{Korrigert spissmotstand: } q_T = q_c + (1 - a) \cdot u$$

$$\text{Friksjonsforholdet: } R_f = (f_s/q_c) \cdot 100$$

$$\text{Poretrykksfaktor: } B_q = (u - u_0)/(q_T - \gamma \cdot z)$$

I formlene inngår følgende parametre:

$a$  = arealfaktor, utstyrskonstant som er 0.7 for Memocone (NGI) og

0.58 for Geotech-sonde (BanePartner). Alle CPTU-sonderinger på sjøen er utført av Banepartner (gjelder borpunkt 31, 47, 57, 67, 82 og 83), mens CPTU-sonderingene på land er utført av NGI (gjelder borpunkt 49 og 59).

$u_0$  = in situ poretrykk

$\gamma$  = total romvekt som varierer med dybden

Tabell 1: Oversikt over feltundersøkelser.

Borhull nr.	Koordinater			Utførte grunnundersøkelser			
	X	Y	H	TOT	CPTU	PR	
21	-498.568	1852.502	0.901	x	x (Geo)		
22*	-522.358	1909.258	-4.9	x			
23*	-544.104	1943.461	-6.2	x			
24	-559.901	1978.644	1.561	x			
25	-583.648	2044.808	1.545	x			
26*	-518.536	1846.530	-2.9	x			
27*	-523.299	1857.755	-4.3	x			
28*	-535.962	1881.548	-6.3	x			
29*	-545.307	1901.359	-6.4	x			
30*	-554.753	1919.704	-6.5	x			
31*	-562.731	1934.008	-6.5	x			
32*	-568.696	1951.512	-6.5	x			
33	-579.876	1972.565	1.600	x			
34	-588.650	1990.627	1.494	x			
35	-597.891	2008.231	1.516	x			
36	-606.334	2026.405	1.577	x			
37	-615.032	2044.277	1.703	x			
38*	-533.918	1835.980	-6.7	x			
39*	-588.065	1945.227	-6.2	x			
40	-617.178	2002.503	1.448	x			
41	-642.264	2057.859	0.971	x			
42*	-556.558	1833.140	-6.9	x			
43*	-566.036	1850.894	-7.8	x			
44*	-575.667	1868.497	-7.3	x			
45*	-582.633	1885.499	-8.6	x			
46*	-592.770	1904.906	-7.7	x			
47*	-599.943	1924.616	-7.3	x	x (Geo)		
TOT	-	Totalsondering					
CPTU	-	Trykksondering med poretrykksmåling					
PR	-	Prøvetaking					

\* Boringer utført på sjøen.

Borhull nr.	Koordinater			Utførte grunnundersøkelser			
	X	Y	H	TOT	CPTU	PR	
48*	-607.087	1939.093	-6.1	x	x (Mem)	x	
49	-617.670	1960.292	1.507	x			
50	-624.581	1977.912	1.556	x			
51	-635.617	1995.892	1.486	x			
52	-643.681	2014.220	1.400	x			
53	-661.572	2052.697	0.905	x	x (Geo)		
54*	-573.333	1827.381	-8.9	x			
55*	-586.211	1844.877	-7.9	x			
56*	-601.736	1881.762	-7.2	x			
57*	-619.731	1917.350	-7.0	x			
58*	-626.224	1933.201	-6.5	x	x (Mem)		
59	-637.154	1954.960	1.511	x			
60	-662.838	2007.391	1.426	x			
61	-672.859	2024.816	1.370	x			
62	-674.449	2049.284	0.877	x			
63*	-596.259	1820.415	-9.9	x	x (Geo)		
64*	-606.443	1840.143	-9.1	x			
65*	-611.741	1857.596	-8.5	x			
66*	-618.636	1875.180	-8.0	x			
67*	-630.709	1893.715	-7.4	x			
68*	-636.947	1911.868	-7.8	x			
69*	-645.217	1927.007	-6.2	x			
70	-655.696	1948.096	1.429	x			
71	-664.415	1966.119	1.471	x			
72	-673.071	1983.642	1.465	x			
73	-682.285	2001.319	1.569	x			
74	-691.526	2019.022	1.473	x			
75*	-614.992	1816.836	-9.9	x	x (Geo)		
76*	-631.232	1850.317	-8.9	x			
77*	-649.938	1889.174	-7.3	x			
78*	-664.592	1921.612	-6.1	x			
79	-683.524	1960.529	1.070	x			
80	-692.529	1978.851	1.213	x			
81	-708.879	2012.454	1.415	x			
82*	-660.385	1821.794	-8.9	x			
83*	-677.540	1858.346	-8.3	x			
84*	-547.789	1859.027	-6.2	x			
TOT	-	Totalsondering					
CPTU	-	Trykksondering med poretrykksmåling					
PR	-	Prøvetaking					

\* Boringer utført på sjøen.

I borpunkt 59 er det tatt opp henholdsvis 18 prøver med Ø54 mm plastsyndre og 9 prøver med Ø76 mm stålsyndre.

### 3 LABORATORIEUNDERSØKELSER

Opptatte prøver, til sammen 18 uforstyrrede Ø54 mm syndrprøver og 9 Ø76 mm uforstyrrede syndrprøver, er undersøkt i NGIs laboratorium. Tabell 2 og 3 viser oversikt over typer og antall undersøkelser som er utført på de ulike prøvene.

Rutineundersøkelser av uforstyrrede syndrprøver omfattet prøveåpning, materialbeskrivelse, bestemmelse av naturlig vanninnhold (w), bestemmelse av romvekt ( $\gamma$ ) og bestemmelse av skjærstyrke ( $s_u$ ) ved konus og enaksiale trykkforsøk. Resultatene fra rutineundersøkelsene er vist på borprofiler i vedlegg C.

Tabell 2: Oversikt over laboratorieundersøkelser fra Ø54 mm syndrprøver i borpunkt 59.

Dybde	Prøve nr	Utførte undersøkelser							
		Rutine	Plast.	Kornf.	Humus	Ødometer		Treaksial	
						CRS	Trinn vis	CAUa	CAUp
7.5-8.3	1	x			x				
9.5-10.3	2	x			x				
11.5-12.3	3	x			x				
12.5-13.3	4	x			x				
14.5-15.3	5	x							
15.5-16.3	6	x	x						
16.5-17.3	7	x							
17.5-18.3	8	x	x	x		x		x	x
19.5-20.3	9	x	x						
20.5-21.3	10	x							
21.5-22.3	11	x							
23.5-24.3	12	x	x						
24.5-25.3	13	x							
25.5-26.3	14	x	x	x		x		x	x
27.5-28.3	15	x							
28.5-29.3	16	x							
29.5-30.3	17	x							
21.5-32.3	18	x	x						



Tabell 3: Oversikt over laboratorieundersøkelser fra Ø76 mm sylinderprøver i bopunkt 59.

Dybde	Prøve nr	Utførte undersøkelser							
		Rutine	Plast.	Kornf.	Humus	Ødometer		Treaksial	
						CRS	Trinn vis	CAUa	CAUp
13.5-14.3	1	x	x						
17.5-18.3	2	x	x	x		x	x	x x**	x**
18.5-19.3	3	x							
21.0-21.8	4	x	x	x		x		x**	x**
22.0-22.8	5	x							
25.5-26.3	6	x	x	x		x		x x**	x**
26.5-27.3	7	x							
29.5-30.3	8	x	x	x		x		x**	x**
30.5-31.3	9	x							

På utvalgte prøver er det i tillegg til rutineundersøkelser utført plastisitetsanalyser, kornfordelingsanalyser, bestemmelse av humusinnhold ved glødetap, ødometerforsøk med henholdsvis trinnvis og kontinuerlig opplasting (CRS), samt aktive (CAUa) og passive (CAUp) treaksialforsøk.

Resultatene med bestemmelse av flyte- ( $\omega_f$ ) og utrullingsgrense ( $\omega_p$ ) og humusinnhold er vist på boprofiler, se vedlegg C, mens resultatene fra kornfordelingsanalysene er vist i vedlegg D.

Ødometerforsøkene er utført i henhold til NGIs standard prosedyre /3/. Komplette resultater fra ødometerforsøkene er vist i vedlegg E. Tabell E1 i vedlegg E viser oversikt over de utførte ødometerforsøkene.

Treaksialforsøkene er utført i henhold til NGIs standard prosedyre /4/. Komplette resultater fra treaksialforsøkene er vist i vedlegg F. Treaksialprøvene er konsolidert anisotropt til in situ spenninger,  $\sigma'_{ac} = p'_0$  og  $\sigma'_{rc} = K'_0 p'_0$ . Her representerer  $p'_0$  effektiv vertikal in situ spenning, mens  $K'_0$  representerer hviletrykkskoeffesienten. Tabell F1 i vedlegg F viser oversikt over utførte treaksialforsøk.

På de opptatte uforstyrrede Ø76 mm prøvene er det til sammen utført ti treaksialforsøk (seks aktive og fire passive), hvorav to av de aktive forsøkene er utført på fullt tverrsnitt. De resterende åtte forsøkene er utført på tverrsnitt trimmet ned til 23 cm<sup>2</sup>, se tabell 3.

\*\* Tverrsnittet er trimmet ned til 23 cm<sup>2</sup>

#### 4 REFERANSER

- /1/ Norges Geotekniske Institutt (2001)  
Teknisk notat "Høydesystemer i Oslo", datert 13. mars 2001.  
Prosjektnr. 20001583 Ny Opera i Bjørvika.
  
- /2/ Norges Geotekniske Forening (1982)  
Veiledning for "Symboler og definisjoner i geoteknikk. Presentasjon av geotekniske undersøkelser". Norges Geotekniske Forening, Melding nr. 2, utgitt 1982.
  
- /3/ Sandbækken, G., T. Berre og S. Lacasse (1986)  
Oedometer testing at the Norwegian Geotechnical Institute.  
Consolidation of soils: Testing and Evaluation; Symposium.  
Fort Lauderdale, Fla, 1985. American Society for Testing and Materials. STP 892, pp. 329 – 353. Also publ. In: Norwegian Geotechnical Institute, Publication, 168.
  
- /4/ Berre, T. (1981)  
Triaxial testing at the Norwegian Geotechnical Institute.  
Norwegian Geotechnical Institute. Publication 134, pp. 7 – 23. Also publ. in: Geotechnical Testing Journal, Vol. 5, 1982, No. ½, pp. 3 – 17.



Kartreferanse : Kartblad (M711) 1914-4 Oslo, Kartreferanse : 32V PM 979 425

NY OPERA I BJØRVIKA

Oversiktskart  
M = 1 : 50 000

Rapport nr.  
20011343-1

Figur nr.  
1

Tegner

Dato  
15.10.01

Kontrollert  
  
Godkjent

