Hurtigruten Svalbard AS

Radisson Blu Polar hotell, Longyearbyen

Geotekniske grunnundersøkelser - Datarapport

April 2018

SWECO

RAPPORT

Longyearbyen – Geotekniske grunnundersøkelser - Datarapport

Rapport nr.:	Oppdrag nr.:	Dato:
RIG-R01-A01	58242001	**20.04.2018**

Kunde: Hurtigruten Svalbard AS

Radisson Blu Polar Hotell, Longyearbyen – GEOTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSER DATARAPPORT, APRIL. 2018

Sammendrag:

Hurtigruten Svalbard AS planlegger utbygging på nordsiden av eksisterende Radisson Blu Polar hotell i Longyearbyen på Svalbard. Utbyggingen vil i grunnflate være på ca. 400 m².

Sweco Norge AS er engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser på den aktuelle eiendommen ved hotellet. Det ble utført prøveboring i to punkt og opptak av 17 poseprøver med borekaks i varierende dybder. Laboratorieanalysene består av kornfordelingsanalyse, vanninnhold og saltinnhold.

Denne rapporten gir en oppsummering av de geotekniske grunnundersøkelsene. Basert på prøveanalysene kan grunnforholdene oppsummeres som følgende:

- Løsmassemektigheten er større enn 24 m.
- Berg ble ikke påtruffet i noen av borepunktene.
- Løsmassene på tomten består av morene med varierende innhold av leire, silt og sand.
- Vanninnholdet i grunnen er lavt og varierer mellom 5,6 til 20,3 %.
- Saltinnhold i BP-2 på 6,0 m dyp er 7,3 g/l.

Rev.	Dato	Revisjonen gjelder	Sign.
01	20.04.2018	Første leveranse	nonars

Utarbeidet av: André Nårstad / Geofag	**Sign.:** André Nårstad Digitally signed by André Nårstad Date: 2018.04.20 15:21:13 +02'00'
Kontrollert av: Marianne V. Borge / Geofag	**Sign.:** Marianne V.Borge Digitally signed by Marianne Borge Date: 2018.04.20 15:58:35 +02'00'
Oppdragsansvarlig/avd.: Ørjan S. Nordhus / Gruppeleder Bygg 2	**Oppdragsleder/avd.:** Kathinka Martinsen / Bygg og anlegg

Innhold

1 Innledning 4
2 Områdebeskrivelse 4
3 Grunnforhold 5
3.1 Generelt 5
3.2 Tidligere utførte grunnundersøkelser 5
3.3 Utførte grunnundersøkelser 5
3.3.1 Feltundersøkelse 5
3.3.2 Laboratorieundersøkelse 6
3.4 Dybder til berg 6
3.5 Løsmasser 6
3.5.1 Prøveserie BP-1 7
3.5.2 Prøveserie BP-2 7
3.6 Grunnvann/poretrykk 8
4 Oppsummering 9
5 Geoteknisk vurdering 9
6 VEDLEGG 10
7 TILLEGG 10

Tillegg

Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser

Vedlegg

Vedlegg 1: Boreplan

Vedlegg 2: Resultater fra laboratorieanalyser

1 Innledning

Hurtigruten Svalbard AS planlegger utbygging av eksisterende Radisson Blu Polar hotell i Longyearbyen på Svalbard. Utbygging vil være på nordsiden av hotellet og vil bestå av tre etasjer og loft på ca. 400 m² grunnflate.

Sweco Norge AS er engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser på den aktuelle eiendommen ved Radisson Blu Polar Hotell. Det ble utført 2 stk. prøveboringer, samt opptak av 17 stk. borkaksprøver.

Denne rapporten gir en oppsummering av de utførte geotekniske grunnundersøkelsene og laboratorietestene.

2 Områdebeskrivelse

Eiendommen ligger sentralt i Longyearbyen på Svalbard (Svalbardgata 229-3), se Figur 1. Eiendommen ligger i et område med svak helning mot nord, ca. 200 meter øst for Longyearelven, og er plasser ca. 16 m.o.h.

Figur 1 - Oversiktskart over Radisson Blu Polar hotell Spitsbergen i Longyearbyen. Kartet er hentet fra www.toposvalbard.npolar.no/.

3 Grunnforhold

3.1 Generelt

På elvesletten i Longyeardalen er det i hovedsak breelvavsetninger, og langs sidene av u-dalen er det flere avsetninger fra snø-, stein-, jord- og flomskred [1].

Området består av bergarter med svak mekanisk styrke. Fra Svalbardkartet.npolar.no er berggrunnen beskrevet til å være en del av Helvetiafjell- og Carolinefjellformasjonen og består hovedsakelig av sandstein (se Figur 2).

Figur 2- Berggrunnskart over Longyearbyen. Olivengrønn markerer Helvetiafjell- og Carolinefjellformasjonen og rød sirkel markerer plasseringen av Polar hotellet. Kartet er hentet fra www.svalbardkartet.npolar.no

3.2 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det har ikke tidligere blitt utført grunnundersøkelser på tomten.

3.3 Utførte grunnundersøkelser

3.3.1 Feltundersøkelse

Grunnundersøkelsen med borerigg ble utført av LNS Spitsbergen AS i uke 11/2018. Tilstede under grunnundersøkelsen var Kathinka Martinsen ved Sweco AS og Svein Sommerseth ved LNS Spitsbergen AS. Borepunktene ble ikke innmålt. Cirka plassering av borepunktene er gitt i vedlegg 1.

Boringen ble utført med rigg av typen Nemek 810.

Det ble foretatt prøvetagninger i 2 borpunkt på den aktuelle tomten der boredybden ble avsluttet på 24 m og 18 m. Det ble ikke påtruffet berg. En oversikt over borepunktene er gitt i Tabell 1.

Plasseringen av BP-2 ble flyttet lengre vest en planlagt pga. fjernvarmekabel i grunnen.

Tabell 1- Oversikt over borpunkt ved Radisson Blu Polar hotell Spitsbergen. Terrengkoten er hentet fra ca. plassering fra www.toposvalbard.no.

Borpunkt	Terrengkote	Dybde til berg [m]	Dybde i løsmasser [m]
BP-1	ca. kote +14	-	24,0
BP-2	ca. kote +16	-	18,0

Det ble utført prøvetagning av borekakset i begge punktene BP-1 og BP-2. Det ble hentet opp total 17 poseprøver for geoteknisk analyse.

3.3.2 Laboratorieundersøkelse

Prøvene ble analysert av Rambøll AS ved deres geotekniske laboratorium i Trondheim, se vedlegg 2. Analysene som ble utført på prøvene var:

- Kornfordelingsanalyse
- Vanninnhold
- Saltinnhold

Det ble kun utført analyse av saltinnhold i én prøve (BP-2, dybde 6 m) da vanninnholdet ikke var tilstrekkelig i de andre prøvene til å utføre analysen. En oppsummering av analyseresultatene er gitt i Tabell 2 og Tabell 3.

3.4 Løsmasser

Generelt består grunnen av morenemasser med varierende leire, silt og grus innhold. Fra prøveseriene kan grunnen deles inn i fire lag.

- 0,0 m til 4,0 m; leirig grus.
- 6,0 m til 8,0 m; leirig silt/sand.
- 12,0 m til 16,0 m; leirig grus.
- 20,0 m til 24,0 m; siltig leire der siltinnholdet øker mot dybden.

3.4.1 Prøveserie BP-1

Det er analysert 12 poseprøver i prøveserien BP-1.

Løsmassene i prøveserien består hovedsakelig av leirig grus fra 4,0 meter til 16,0 meter med et høyere siltinnhold i området 8,0 meter. Grusinnholdet synker og silt innholdet øker fra 20,0 m til 24,0 m.

Vanninnholdet er størst ved terreng (16,9 %) før det synker og holdet et gjennomsnittlig vanninnhold på ca. 8,0 % til 20 meter under terreng, før det viser tegn til stigning.

Tabell 2 - Oppsummering av laboratorieanalysene for BP-1.

Dybde [m]	Jordartsbetegnelse	Vanninnhold [%]
0 – 2,0		16,9
4,0	T3, Leirig grus	8,9
6,0		8,7
8,0	T3, Leirig morene	9,2
10,0		8,5
12,0	T2, Leirig grus	5,8
14,0		6,8
16,0	T3, Leirig grus	6,2
18,0		9,5
20,0	T4, grusig/siltig leire	9,2
22,0		13,8
24,0	T4, Siltig leire	11,5

3.4.2 Prøveserie BP-2

Løsmassene kan betraktes som leirig morene med et større silt innhold på 6,0 meter, med økende grus innhold mot 14,0 meter.

Saltinnholdet ved 6,0 m er analysert til å ligge på 7,3 g/l.

Tabell 3 - Oppsummering av laboratorieanalysene i BP-2.

Dybde [m]	Jordartsbetegnelse	Vanninnhold [%]
0 – 2,0		15,2
6,0	T4, Leirig morene	20,3
10,0		9,2
14,0	T2, Sandig grus	6,3
18,0		5,6

3.5 Grunnvann/poretrykk

Grunnvannstand har ikke blitt målt under grunnundersøkelsen.

4 Oppsummering

Basert på feltundersøkelsen og laboratorieanalysene kan grunnforholdene på tomten oppsummeres som følgende:

- Løsmassemektigheten er større enn 24 m, og berg ble ikke påtruffet i noen av borepunktene.
- Løsmassene på tomten består av varierende innhold av leire, silt og sand.
- Vanninnholdet i grunnen varierer mellom 5,6 til 20,3 %.
- Det er kun må saltinnhold i BP-2 på 6,0 m, og det ble målt til 7,3 g/l.

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsen avdekker lokale forhold i de respektive prøvepunktene. Grunnforholdene mellom de aktuelle prøvepunktene kan derfor variere.

5 Geoteknisk vurdering

Permafrosten i Longyearbyen ligger ca. 4 meter under terrengnivå og vil med tiden synke. Det aktive laget vil kunne påføre telehivskader og setninger på konstruksjonen dersom bygget ikke blir fundamentert direkte på permafrosten eller med friksjonspeler ned og gjennom permafrosten. Kostnaden ved å direktefundamentere på permafrosten vil være betydelige og det anbefales dermed å fundamentere på friksjonspeler.

6 VEDLEGG

Vedlegg 1: Boreplan

Vedlegg 2: Resultater fra laboratorieanalyse

7 TILLEGG

Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser

VEDLEGG

Vedlegg 1: Boreplan

Vedlegg 2: Resultater fra laboratorieanalyse

VEDLEGG 1: BOREPLAN

VEDLEGG 1: BOREPLAN

Hurtigruten Svalbard AS, Radisson Blu Polar Hotell

Geoteknisk grunnundersøkelse

Boring utført av Leonhard Nilsen & Sønner Spitsbergen AS

Oppdrag: 58242001

Dato: 17.04.2018

SWECO

VEDLEGG 2: Resultater fra laboratorieanalyse

Symbol					
Prøve	A	B	C	D	E
Borhull	BP-1	BP-1	BP-1		
Dybde	4,0m	8,0m	12,0m		
labnr	2	4	6		
Beskrivelse	Grus,sandig, leirig	Materiale, grusig,sandig siltig,leirig	Grus,sandig, leirig		
d_{10}	0,007		0,016		
d_{25}	0,107	0,025	0,197		
d_{50}	4,649	0,486	4,788		
d_{60}	7,147	2,958	6,329		
d_{75}	11,331	7,113	9,306		
C_u	1041,0	285,5	385,4		
% < 0,02mm	13,7	23,8	10,6		
% < 0,063mm	18,6	32,9	15,3		
% < 0,2mm	29,0	46,8	25,0		
Telegruppe	3	3	2		

$C_u = d_{60}/d_{10}$ (alternativt d_{75}/d_{25})

RAMBØLL	utvidelser Polar Hotellet	Revisjon	Oppdrag 58242001
		Tegn./kontr. /	Bilag
Rambøll, Divisjon Geo Kobbes gt. 2, N-7042 Trondheim	KORNFORDELING	Dato 16.04.2018	Tegn. Nr.

Versjon 2017-01-15

Symbol					
Prøve	A	B	C	D	E
Borhull	BP-1	BP-1	BP-1		
Dybde	16,0m	20,0m	24,0m		
labnr	8	10	12		
Beskrivelse	Materiale, grusig,sandig, leirig	Leire,grusig, siltig	Leire,siltig, sandig		
d_{10}	0,008				
d_{25}	0,117	0,009	0,003		
d_{50}	3,009	0,122	0,036		
d_{60}	4,267	3,485	0,074		
d_{75}	6,548	7,742	0,199		
C_u	532,5	859,0	57,1		
% < 0,02mm	13,0	31,8	43,1		
% < 0,063mm	17,1	41,6	57,3		
% < 0,2mm	27,3	51,0	75,0		
Telegruppe	3	4	4		

$C_u = d_{60}/d_{10}$ (alternativt d_{75}/d_{25})

RAMBØLL	Utvidelse Polar Hotellet	Revisjon	Oppdrag 58242001
		Tegn./kontr. /	Bilag
Rambøll, Divisjon Geo Kobbes gt. 2, N-7042 Trondheim	KORNFORDELING	Dato 16.04.2018	Tegn. Nr.

Versjon 2017-01-15

Symbol					
Prøve	A	B	C	D	E
Borhull	BP-2	BP-2			
Dybde	6,0m	14,0m			
labnr	14	16			
Beskrivelse	Materiale, sandig,grusig, siltig,leirig	Grus,sandig, leirig			
d_{10}		0,014			
d_{25}	0,012	0,124			
d_{50}	0,131	3,118			
d_{60}	0,812	4,480			
d_{75}	2,266	7,068			
C_u	194,8	319,9			
% < 0,02mm	29,1	10,9			
% < 0,063mm	39,7	15,5			
% < 0,2mm	51,9	26,6			
Telegruppe	4	2			

$C_u = d_{60}/d_{10}$ (alternativt d_{75}/d_{25})

RAMBØLL	Utvidelse Polar Hotellet	Revisjon	Oppdrag 58242001
		Tegn./kontr. /	Bilag
Rambøll, Divisjon Geo Kobbes gt. 2, N-7042 Trondheim	KORNFORDELING	Dato 16.04.2018	Tegn. Nr.

Versjon 2017-01-15

Polar Hotellet

Hull	Dybde	vanninnhold	Saltinnhold
BP-1	0-2,0m	16,90 %	
	4,0m	8,90 %	
	6,0m	8,70 %	
	8,0m	9,20 %	
	10,0m	8,50 %	
	12,0m	5,80 %	
	14,0m	6,80 %	
	16,0m	6,20 %	
	18,0m	9,50 %	
	20,0m	9,20 %	
	22,0m	13,80 %	
	24,0m	11,50 %	

Hull	Dybde	vanninnhol	saltinnhold
BP-2	0-2,0m	15,20 %	
	6,0m	20,30 %	7,3 g/l
	10,0m	9,20 %	
	14,0m	6,30 %	
	18,0m	5,60 %	

Måling 1:

Borpunkt nr.:	BP-2
Dybde:	6,0m
Lab.nr.:	14
Beskrivelse:	

8,8 milli mHO => Saltinnhold = **7,3 g/l**

Måling 2:

Borpunkt nr.:	
Dybde:	
Lab.nr.:	
Beskrivelse:	

milli mHO => Saltinnhold =

Måling 3:

Borpunkt nr.:	
Dybde:	
Lab.nr.:	
Beskrivelse:	

milli mHO => Saltinnhold =

SALTINNHOLDSBESTEMMELSE	Oppdragsgiver:		Oppdragsnummer: 58242001
RAMBOLL	Oppdrag: Polar Hotell	Tegn./kontr. /	Bilag -
		Dato 10.04 2018	Tegn. Nr. -

TILLEGG

Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser

SWECO

Tegnforklaring og jordartklassifisering

TEGNINGSSYSTEMER I PLAN

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
◎	Prøveserie	Prøver tatt med boreredskap (skovl, kannebor, prøvetager mm)	✡	Fjellkontroll-boring	Boring ned til og i fjell
□	Prøvegrop		⊖	Vannstands-måling	
⊠	Prøvebelastning		⊖	Vannprøver	
■	Setningsmåling		⊖	Poretrykksmåling	
○	Enkel sondering	Sondering uten registrering av motstand	⊗	In situ permabili-tetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping mm
●	Dreiesondering		+	Vingeboring	
▽	Dreie-trykk sondering	Maskinsondering med automatisk opptegning	Ⓣ	Totalsondering	Boring ned til og i fjell

Nivåer og dybder (i meter)

$\frac{12,8}{\div 5,7}$ 18,5 + 3,0

Over linjen: Kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann

Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5). Event. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0)

Under linjen: Kote antatt fjell (÷5,7). Dersom det er antatt at fjell ikke er påtruffet, angis ~

KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse i mm	Betegnelse av fraksjonen	Signatur	Betegnelse
>600	Blokk		STEIN/BLOKK
600-60	Stein		
60-20	Grovgrus		GRUS
20-6	Mellomgrus		
6-2	Fingrus		
20-0,6	Grovsand		SAND
0,6-0,2	Mellomsand		
0,2-0,06	Finsand		
0,06-0,002	Silt		SILT
< 0,002	Leir		LEIRE

Den kvantitative største fraksjon nevnes i substantivform, de øvrige fraksjoner tas med i adjektivform etter prosentandel i den utstrekning det er av betydning for karakterisering av jordarten.

Eksempler: sandig grus; steinig sand; sandig silt.

DREIESONDERING

Sonderingsmotstand	Last kN	Antall halve omdr. pr. m
Meget liten motstand	1	0
Liten motstand	1	<35
Middels stor motstand	1	35-125
Stor motstand	1	125-250
Meget stor motstand	1	>250

UDRENERT SKJÆRSTYRKE

Betegnelse av leire	Betegnelse av skjærstyrke	Skjærstyrke kN/m²
Meget bløt leire	Meget lav skjærstyrke	<12,5
Bløt leire	Lav skjærstyrke	12,5-25
Middels fast leire	Middels høy skjærstyrke	25-50
Fast leire	Høy skjærstyrke	50-100
Meget fast leire	Meget høy skjærstyrke	>100

SENSITIVITET
Sensitivitet er forholdet mellom skjærstyrken til uforstyrret og omrørt materiale.

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet St
Lite sensitiv leire	Lav sensitivitet	<8
Middels sensitiv leire	Middels høy sensitivitet	8-30
Meget sensitiv leire	Høy sensitivitet	>30

Med *kvikkleire* forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærstyrke <0,5 kN/m²

SWECO

Markundersøkelser - Boremetoder

FORMÅL: Grunnundersøkelser utføres vanligvis for å klarlegge grunnens beskaffenhet tilstrekkelig til at grunnarbeider og fundamenteringsarbeider kan utføres på en teknisk og samtidig økonomisk forsvarlig måte.

- Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller fast grunn.
- Vingeboringer utføres for in-situ bestemmelse av udrenert skjærfasthet i leire.
- For nærmere bestemmelse av grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

Markundersøkelsene vil også kunne omfatte måling av grunnvannstand og poretrykk, måling av deformasjon i grunnen og på konstruksjoner, samt belastningsforsøk på f.eks. peler.

ENKEL SONDERING

Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1m lengder som skrus sammen med glatte skjøter. Det benyttes en Ø 25 mm 200 mm lang spiss. Boret bores ned ved hjelp av en bærbar slagmaskin. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Enkel sondering gir veiledende bestemmelse av dybden til antatt fjell eller fast grunn. Utstyret har begrensninger med hensyn til sikker fjellbestemmelse.

DREIESONDERING

Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrus sammen med glatte skjøter. Spissen er pyramideformet med lengde 200 mm og største sidekant 25 mm.

Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies den ned med motor. Antall halve omdreininger noteres. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr.meter synkning. Belastning på utstyret angis i kN til venstre.

ANTALL HALVE OMDREININGER PR. M. SYNKNING

DREIETRYKKSONDERING

Utstyret består av Ø 36 mm stålrør i 2 m lengde som skrus sammen i glatte skjøter. Det benyttes en Ø 40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høy skrueformet sveiselarve.
Boret drives ned med konstant nedpressningshastighet 3 m/min. og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressningskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver. Når motstanden øker slik at normert nedtregningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.

FJELLKONTROLLBORING

Utsyret består av Ø 32 mm stålrør med muffeskjøter og hardmetallkrone. Boret drives av en hydraulisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Når fjellet er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 m, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

VINGEBORING

Vingeboring brukes til å bestemme in-situ udrenert skjærfasthet av kohesjonsmaterialer, vesentlig leire. Utstyret består av et vingekors som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmoment ved sakte omdreining til brudd. Maksimalt moment gir grunnlag for beregning av skjærfasthet som bestemmes i uforstyrret og etter brudd, i omrørt tilstand. Forholdet mellom skjærfasthet før og etter brudd kalles sensitivitet (St)

Lommevingebor er et forenklet utstyr for omtrentlig bestemmelse av udrenert skjærfasthet f.eks. i grøfter og utgravninger. Måledybden er begrenset til 3 meter.

PORETRYKKSMÅLING

Trykket i porevannet i en gitt dybde måles med poretrykkmåler (piezometer). Utstyret består av et Ø32 mm porøst filter (bronse eller epoxy) av lengde 300 mm som trykkes ned i ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkoblet systemet.

Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket på en fleksibel membran.

PRØVETAGNING

For opptak av uforstyrrende prøver benyttes vanligvis Ø54 mm NGI stempelprøvetager. Standard prøvelengde 800 mm.

Skovlbor benyttes for opptak av prøver i de øvre jordlag. Skovlboret er laget av to skålformede stålblader som skrus ned ved hjelp av Ø 19 mm forlengelsesrør med muffe.

For opptak av omrørte prøver av torv, leire og delvis sand og grus under grunnvannstanden, kan kannebor benyttes. Kanneboret er nederst forsynt med en snodd spiss og forlenges med Ø 22/Ø 12 mm sonderør.

SWECO

Laboratorieundersøkelser

FORMÅL: Laboratorieundersøkelser utføres for klassifisering og identifisering av jordarten. I tillegg utføres forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper og parametere for bruk i geotekniske analyser.

Korndensitet (Spesifikk vekt) (ρ_s i t/m³) er forholdet mellom masse av korn og kornvolum i prøven.

Romvekt (γ i kN/m³) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven.

Vanninnhold (w) angir i prosent forholdet mellom masse av porevann og masse av korn etter uttørkning ved 110°C.

Flytegrense (w_L) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

Plastisitetsgrense (wp) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

Plastisitetsindeksen (Ip i %) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense. $Ip = w_L - wp$.

Udrenert skjærstyrke (s_u i kN/m²) av leire bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med Ø 54 mm og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten.

Skjærstyrken måles også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk hvor nedsynkningen av en normert konus registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell.

Saltinnhold (i g/l) bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.

Kornfordelingen i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,074 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av dråpeforsøk. Analysen bygger på Stoke's lov. En viss mengde tørket materiale slemmes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller tas det ut prøvedråper fra en gitt dybde i oppløsningene med mikropipette. Dråpene slippes i en anisoloppløsning, og falltiden over en gitt høyde bestemmer mengden. Kornstørrelsen bestemmes fra sedimentasjonstiden.

Kompressibiliteten av jord bestemmes ved konsolideringsforsøk i ødometer. Prøvehøyden er 20 mm og diameter 50 mm. Prøven bygges inn i en stålsylinder og belastes trinnvis. For hvert lasttrinn måles sammentrykning av jordprøven som en funksjon av tid etter pålastning. For praktiske formål kan variasjon i kompressibilitet utrykkes ved en parameter, spenningsmodulen M. Diagrammet viser en typisk belastningskurve, og spenningsmodulen er definert som

$$M = \frac{\delta\sigma'}{\delta\varepsilon}$$

Forsøksresultatene gir grunnlag for beregning av konsolideringssetningene og setningenes tidsforløp.

Komprimeringsforsøk (Proctor-forsøk) utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensitet ρ_{dopt} og tilsvarende vanninnhold w_{opt} bestemmes.

Luftporøsitet (A_r) er volum av luft (gass), Vg, angitt i prosent av total volum, V.

$$Ar = \frac{Vg}{V}$$

Metningsgraden (S) er volum av porevann, Vw, angitt i prosent av porevann, Vp.

$$S = \frac{Vw}{Vp} \qquad Vp = Vw + Vg$$

Porøsitet (n) er porevolum,Vp, angitt i prosent av total volum, V.

$$n = \frac{Vp}{V}$$

Permeabilitetskoeffisienten (k i mm/s) er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

Jordart	k (mm/s)
grus	10
sand	$10 - 10^{-3}$
silt	$10^{-3} - 10^{-6}$
leire	$10^{-6} - 10^{-8}$

Typiske variasjonsområder

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

Fri svelling er volum av en leirprøve som får svelle fritt etter tilsetting av destillert vann angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

Fritt svellevolum er volum av vann innesluttet i en leirprøve etter fri svelling angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

Svelletrykk på leirprøver fra svakhetssoner i fjell måles i ødometer. En tørket prøve bygges inn, konsolideres og tilføres destillert vann. Volumet av prøven holdes konstant under svelling, og prøvens aktive svelletrykk registreres.