

Eurokod 7 – Hur påverkas dimensionering av bergkonstruktioner?

Eurocode 7 – Influence on the design of rock structures

Beatrice Lindström – WSP Sverige

FÖRORD

Inom det europeiska standardiseringsarbetet har en serie "Eurokoder" tagits fram för att täcka dimensionering av byggnadsverk. Vid sidan av det övergripande dokumentet EN 1990 *Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk* finns standarder för olika typer av konstruktioner, där EN 1997 – även kallad Eurokod 7 – avser dimensionering av geokonstruktioner. Standarden har arbetats fram av ett antal specialister inom geoteknikområdet men med mycket begränsad insats från bergmekanisk expertis med erfarenhet från byggande av exempelvis bergtunnlar. Bergrelaterade frågor i Eurokod 7 rör främst grundläggning på berg samt förankringar i samband med stödkonstruktioner. Likafullt gäller standarden för alla geokonstruktioner inklusive berganläggningar och den ska under de närmaste åren implementeras i de olika ländernas regelverk.

För att få en allmän uppfattning om vad Eurokod 7 får för betydelse för bergteknisk dimensionering, både i form av faktiska krav och som en möjlighet att nyttja för bättre dimensionering, och för att säkerställa samhällets krav på verifierade säkerhetsnivåer, har detta inventeringsarbete genomförts. Arbetet har gjorts parallellt och samordnat med pågående arbete inom Implementeringskommissionen för Europeiska standarder inom Geotekniken (IEG), för att även där bevaka och studera likheter och skillnader mellan bergteknisk och annan geoteknisk dimensionering, i och med att det senare är huvudinriktningen på Eurokod 7.

I andra SveBeFo-projekt pågår också forskningsarbete för att ta vara på nya möjligheter och utveckla dimensioneringsmetoder i enlighet med standarden som har särskild bäring på bergtekniken, främst observationsmetoden.

Stockholm i oktober 2006

Tomas Franzén

SAMMANFATTNING

Rapporten sammanfattar de kapitel i Eurokod 7, del 1 och del 2, som har eller förväntas ha betydelse för dimensionering av bergkonstruktioner. Rapporten är på inget sätt ett verktyg för hur dimensioneringen av bergkonstruktioner skall utföras med ledning av Eurokoden utan en första inventering av vad Eurokod 7 innehåller.

Inledningsvis beskriver rapporten allmänt om Eurokoderna samt hur anpassningen till svensk standard är tänkt att ske. Dessutom ges lite kort information om implementeringsarbetet i Sverige som utförs av IEG, Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik.

Därefter sammanställs innehållet i Eurokoden som är kopplat till dimensionering av bergkonstruktioner.

Avslutningsvis diskuteras ett antal frågor som väckts under arbetets gång.

Nyckelord: Eurokod 7, Bergtunnlar, Bergrum, Dimensionering

SUMMARY

This report contains a summary of the expected influence that the implementation of Eurocode 7, part 1 and 2 will have on the design of rock structures in Sweden.

The report is not intended to be used as a tool for the design of rock structures. The purpose of the report is to provide a review of the contents of Eurocode 7.

The first chapter describes the scope and purpose of the European standards and provides an update on how the transition of the Swedish standards to Eurocode is progressing. The following chapters present a summary of the sections of Eurocode part 1 and 2 which directly relate to the design of rock structures.

The report concludes with a presentation of questions and issues relating to the implementation of Eurocode 7 in connection with the design of rock structures in Sweden.

Keywords: Eurocode 7, Rock, Tunnels, Rock design

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	<i>Inledning</i>	1
1.1	Eurokod 7	2
2	<i>Anpassning till svensk standard</i>	5
2.1	Implementering av Eurokoderna i Sverige	6
3	<i>Sammanfattning av Eurokod 7, del 1</i>	7
3.1.1	Avsnitt 1 - Allmänt	7
3.1.2	Avsnitt 2 - Grunder för geoteknisk dimensionering	7
3.1.3	Avsnitt 3 - Geotekniska data	10
3.1.4	Avsnitt 4 - Kontroll av utförande, övervakning och underhåll	11
3.1.5	Avsnitt 8 - Förankringar	11
3.1.6	Avsnitt 11 - Totalstabilitet	12
4	<i>Sammanfattning av Eurokod 7, del 2</i>	13
4.1.1	Kapitel 1 - General	13
4.1.2	Kapitel 2 - Planning of ground investigations	14
4.1.3	Kapitel 4 - Field test in soil and rock	17
4.1.4	Kapitel 5 - Laboratory tests on soil and rock	17
4.1.5	Kapitel 6 - Geoteknisk undersökningsrapport	19
4.1.6	Annex A - List of test results of geotechnical test standards	20
4.1.7	Annex B - Planning of geotechnical investigations	20
4.1.8	Annex T - Preparation of specimen for testing on rock material	21
4.1.9	Annex U - Classification testing of rock material	22
4.1.10	Annex V - Swelling testing of rock material	22
4.1.11	Annex W - Strength testing of rock material	23
5	<i>Diskussioner</i>	24
5.1	EN 1997-1	24
5.2	prEN 1997-2	25
6	<i>Referenser</i>	26

1 INLEDNING

Rapporten är en lägesredovisning om Eurokod 7 och vad som påverkar dimensionering av bergkonstruktioner.

Syftet med rapporten är att identifiera och sammanställa de avsnitt i Eurokod 7, del 1 (EN 1997-1) och del 2 (prEN 1997-2), som har eller förväntas ha betydelse för dimensionering av bergkonstruktioner.

Eurokod 7 ingår i den samling, som går under benämningen Eurokoder. Eurokoderna består av ett 60-tal standarder som innehåller beräkningsregler för dimensionering av bärverk till byggnader och anläggningar.

Eurokoderna tas fram av den europeiska standardiseringskommittén CEN/TC 250 på uppdrag av EG-kommissionen och EFTA. CEN/TC 250 är ansvarig för samtliga "Structural Eurocodes". Totalt finns 10 huvudgrupper med Eurokoder, där varje Eurokod innehåller en eller flera standarder.

EN 1990: Eurokod - Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk

EN 1991: Eurokod 1 - Laster på bärverk

EN 1992: Eurokod 2 - Dimensionering av betongkonstruktioner

EN 1993: Eurokod 3 - Dimensionering av stålkonstruktioner

EN 1994: Eurokod 4 - Dimensionering av samverkanskonstruktioner
stål/betong

EN 1995: Eurokod 5 - Dimensionering av träkonstruktioner

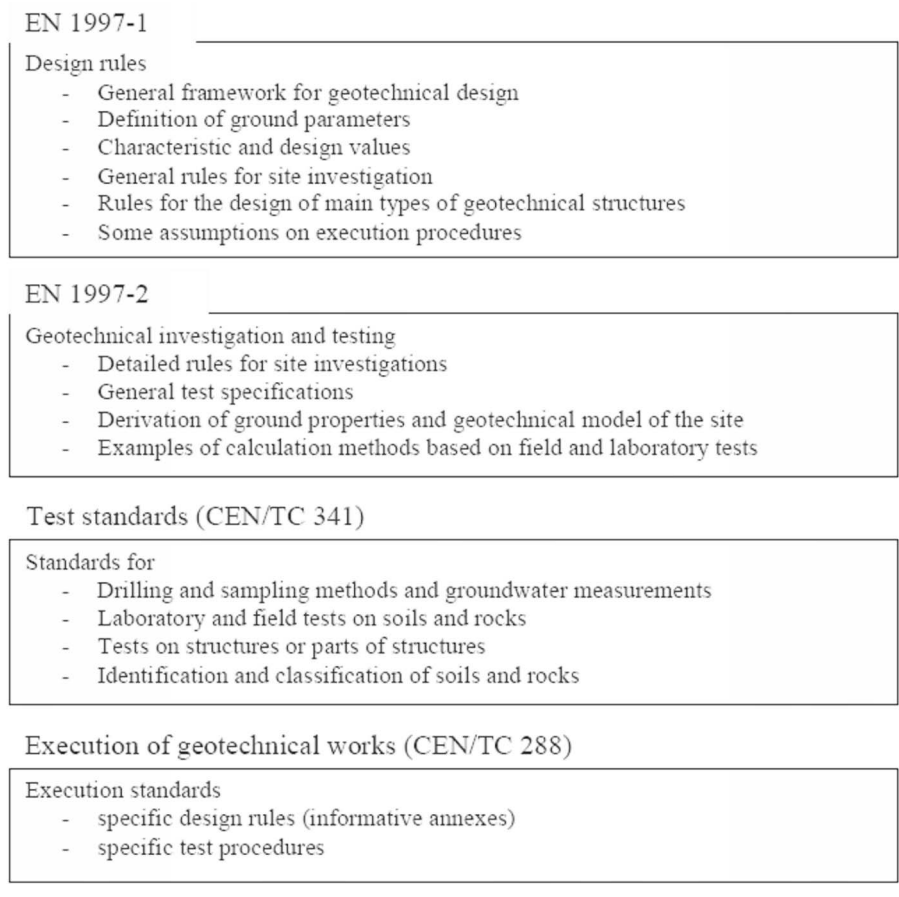
EN 1996: Eurokod 6 - Dimensionering av murverkskonstruktioner

EN 1997: Eurokod 7 - Dimensionering av geokonstruktioner

EN 1998: Eurokod 8 - Dimensionering av konstruktioner med hänsyn till
jordbävning

EN 1999: Eurokod 9 - Dimensionering av aluminiumkonstruktioner

Eurokod 1-9 skall användas tillsammans med EN 1990. I sin tur hänvisar EN 1990 till Eurokod 7 när det gäller bestämning av geotekniska laster. Kopplingen mellan Eurokod 7 och övriga CEN-standarder visas i Figur 1.



Figur 1. Kopplingen mellan CEN-standarder och EN 1997 (prEN 1997-2).

Figure 1. The connection between CEN-standards and EN 1997 (prEN 1997-2).

1.1 Eurokod 7

Eurokod 7 - Dimensionering av geokonstruktioner består av två delar. Den första delen innehåller allmänna regler och den andra delen innehåller geotekniska utredningar och provningar.

Texterna i Eurokoden är indelade i principer och tillämpningsregler. Enligt SS-EN 1990 gäller att;

Principer utgörs av

- *Allmänna utsagor och definitioner där det inte finns något alternativ*
- *Krav och analytiska modeller för vilka inga alternativ tillåts såvida detta inte särskilt anges*

Tillämpningsreglerna består av allmänt vedertagna regler som stämmer överens med principerna och som uppfyller kraven i dessa.

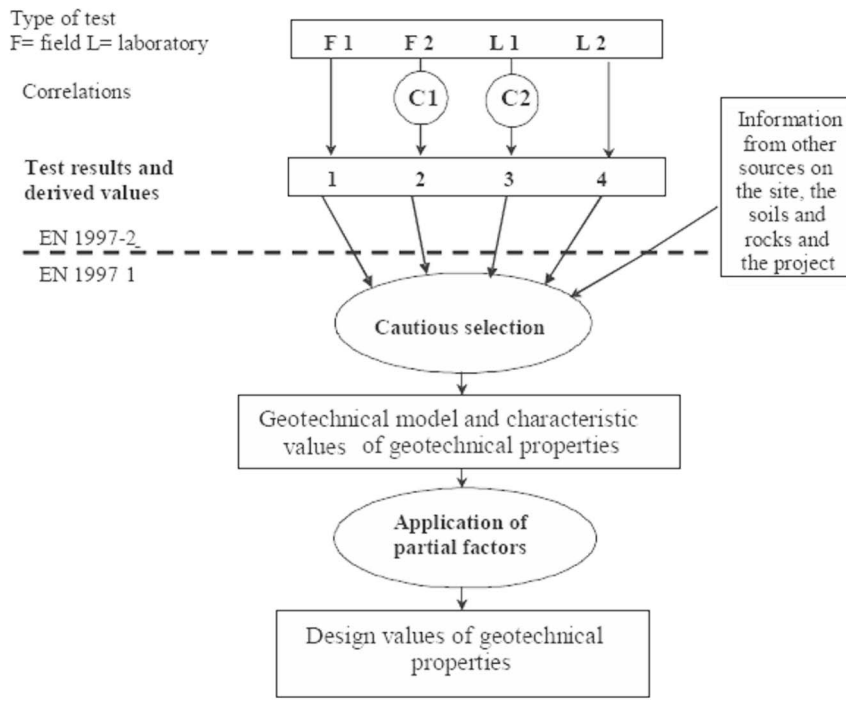
Föreskrifterna i Eurokod 7 förutsätter att de data som behövs till dimensioneringen samlas in av lämpligt kvalificerad personal, att konstruktionen dimensioneras av lämpligt kvalificerad och erfaren personal samt att tillfredställande kommunikation sker mellan all inblandad personal under datainsamlingen, dimensioneringen och byggskedet.

Den första delen av Eurokod 7 ger vägledning för geoteknisk dimensionering och laster på byggnader och anläggningar medan den andra delen ger vägledning i samband med planering och tolkning av geotekniska laboratorie- och fältundersökningar vilka skall användas till stöd för dimensionering av geokonstruktioner.

Del 2 är dessutom tänkt att användas tillsammans med del 1 för att ge kompletterande föreskrifter gällande

- planering och redovisning av markundersökningar
- generella riktlinjer för ett antal vanligen använda laboratorie- och fältundersökningar
- tolkning och utvärdering av undersökningsresultat
- härledning av geotekniska parametrar och koefficienter.

Skillnaderna och gränsdragningen mellan den första och den andra delen illustreras i Figur 2.



Figur 2. Generellt flödesschema som visar skillnaderna och gränstragningen mellan EN 1997 del 1 och 2. (prEN 1997-2)

Figure 2. A general framework showing the difference and borders between EN 1997 part 1 and part 2 (prEN 1997-2).

2 ANPASSNING TILL SVENSK STANDARD

Under en övergångsperiod på fem år skall Sverige gå över till att använda Eurokoderna. Denna övergångsperiod består av två faser. Inom de första två åren, från att Eurokoden är fastställd som europisk standard, skall den fastställas som svensk standard, med sin nationella bilaga. Under de sista tre åren får motstridiga standarder och regler finnas kvar innan de skall tas bort eller ändras.

Den femåriga övergångsperioden kan i praktiken bli både längre och kortare. Arbetet med att ta fram Eurokoderna är indelade i olika paket beroende på konstruktion (stål, betong geo etc). Eftersom Eurokod 7 ingår i flera av dessa paket innebär detta i praktiken att motstridiga standarder och regelverk inte behöver ändras eller tas bort förrän våren 2010. Enligt Guidance Paper L (2002), som beskriver tillämpningen och användandet av Eurokoderna, behöver endast de delar i svenska standarder eller regelverk som täcks av Eurokoden tas bort.

Eftersom CEN-ländernas övergripande byggregler inte är harmoniserade, så får de enskilda länderna ange vilka säkerhetsnivåer som skall gälla för olika byggnader och konstruktioner. Eurokoderna ger således inte speciella värden för vissa parametrar i beräkningsformler utan endast rekommenderande värden. De nationella värdena, NDP¹, anges i den informativa nationella bilagan som benämns NA. Eurokoderna kan dessutom innehålla ytterligare informativa nationella bilagor. Exempelvis så innehåller SS-EN 1990 både en Bilaga NB som återger gällande regler avseende säkerhetsklasser och en Bilaga NC som innehåller ordförklaringar och förkortningar.

Eurokod 7 del 1 som sedan 23 april 2004 gäller som Europastandard fastställdes som svensk standard (SS-EN 1997-1:2005) den 28 februari 2005. Översättningen till svenska samt kompletteringen med de nationella informativa bilagorna beräknas vara klar 2006/2007.

Den formella röstningen för Eurokod 7 del 2 (prEN 1997-2) skedde den 9 april och under 2006 förväntas den att fastställas som svensk standard. Även för del 2 rekommendera CEN att en nationell bilaga upprättas som ger information om hur del 2 ska tillämpas och användas i Sverige.

¹ NDP, Nationally Determined Parameters

2.1 Implementering av Eurokoderna i Sverige

IEG står för Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik (www.ieg.nu) och dess uppgift är att ta fram användbara verktyg för alla inom branschen. IEG är en branschgemensam organisation, med representanter från myndigheter, entreprenörer, konsulter, forskningsinstitut, materialtillverkare och högskola.

I dagsläget pågår ett antal projekt inom IEG, där ett av dessa är "Bergtunnel".

Projekten inom IEG är uppdelade i olika faser som slutligen skall leda fram till att den nationella bilagan för Eurokod 7 och ett tillämpningsdokument för den speciella konstruktionen kan upprättas.

Frågeställningarna som skall behandlas i projekt "Bergtunnel" är bland annat;

- Vad innebär dimensionering genom hävdvunna åtgärder för bergkonstruktioner
- Formulera underlag till tillämpningsdokumentet för att fastställa att hävdvunna åtgärder, dimensionering genom beräkningar och observationsmetoden skall användas för dimensionering av bergkonstruktioner. Definiera en dimensioneringsfilosofi för bergkonstruktioner.
- Ge förslag till speciella faktorer som är styrande för om observationsmetod skall tillämpas och vägledning för val av observationsmetoden.
- Ge förslag på partialkoefficienter för sprutbetong och bultar i samband med analytiska lösningar. Se över vilka befintliga metoder som finns för dimensionering av bultar och sprutbetong.
- Gå igenom innehållet i Geoteknisk undersökningsrapport och Geoteknisk dimensioneringsrapport för att definiera ev. kompletteringar utifrån dagen redovisningsnivå enligt BV Tunnel och Tunnel 2004 (undersökningar, dimensionering, kontroll).
- Ge rekommendationer av undersökningsmetoder för berg samt vilka klassificeringssystem för bergmassan som kan tillämpas.
- Upprätta ett förslag på definition på termerna klassificering, karaktärisering.

3 SAMMANFATTNING AV EUROKOD 7, DEL 1

Följande avsnitt behandlas i den första delen av Eurokoden, där markerade rubriker anger vilka som förväntas ha betydelse för dimensionering av bergkonstruktioner.

Avsnitt 1	Allmänt
Avsnitt 2	Grunder för geotekniska dimensionering
Avsnitt 3	Geotekniska data
Avsnitt 4	Kontroll av utförande, övervakning och underhåll
Avsnitt 5	Fyllning, avvattning och jordförstärkning
Avsnitt 6	Plattgrundläggning
Avsnitt 7	Pålgrundläggning
Avsnitt 8	Förankringar
Avsnitt 9	Stödkonstruktioner
Avsnitt 10	Hydrauliskt grundbrott
Avsnitt 11	Totalstabilitet
Avsnitt 12	Bankar

Därefter följer en kortare sammanfattning av de aktuella avsnitten. Till stöd för inventeringen av innehållet i del 1 har en förhandskopia av den svenska översättningen används (SS-EN 1997-1_rev2). Kompletta innehållsförteckning över EN 1997-1 visas i Bilaga A.

3.1.1 Avsnitt 1 - Allmänt

I detta avsnitt anges vilka övriga europastandarder som Eurokoden hänvisar till samt vilka förutsättningar som gäller för EN 1997-1. Dessutom förklaras skillnaderna mellan principer och tillämpningsregler samt vilka definitioner och symboler som används i dokumentet.

3.1.2 Avsnitt 2 - Grunder för geoteknisk dimensionering

I detta avsnitt behandlas förutsättningarna för dimensionering av geokonstruktioner, kraven på beständighet hos ingående material samt även dimensioneringssituationer, dimensioneringsmetoder och omfattning av dimensioneringsrapport.

Största delen av avsnittet behandlar metoderna som skall användas för verifiering av gränstillståndet. Verifieringen kan ske med en eller en kombination av följande metoder;

- Geoteknisk dimensionering genom beräkningar
- Dimensionering genom hävdvunna åtgärder
- Provbelastning och modellförsök
- Observationsmetoden

Geoteknisk dimensionering genom beräkningar (2.4)

Geoteknisk dimensioneringen genom beräkningar omfattar lasteffekter, egenskaper hos jord och berg, geometriska data, gränsvärden för deformationer, beräkningsmodeller mm. I samband med dimensionering genom beräkningar introduceras partialkoefficienter och dimensionerings sätt, vilket kan jämföras med lastkombinationer.

Egenskaperna hos jord- och bergmassan skall bestämmas från försöksprovresultat, antingen direkt eller genom korrelering, teori, empirisk korrelation eller från andra relevanta data. Värden på försöksresultat eller annan data skall tolkas med tanke på vilket gränstillstånd som skall beaktas. Hänsyn skall dessutom tas till de möjliga skillnaderna som finns mellan markegenskaperna och de geotekniska parametrar som erhålls från försöksresultat och de parametrar som styr beteendet hos den geotekniska konstruktionen.

Valet av det karaktäristiska värdet för bergmassans egenskaper skall grundas på resultat och härledda värden från lab- och fältförsök tillsammans med en väletablerad erfarenhet. Det karaktäristiska värdet skall väljas genom en försiktig värdering av de värden som påverkar uppkomsten av ett gränstillstånd.

Dimensioneringsvärdet, F_d , för lasterna skall bestämmas direkt eller genom att använda det representativa värdet, F_{rep} tillsammans med partialkoefficienten, γ_F . Det representativa värdet är en produkt av det karaktäristiska värdet, F_k och faktorn, ψ . För permanenta laster sätts denna faktor till 1.0 (EN 1990). Dimensioneringsvärdet, X_d för geotekniska parametrar skall även det bestämmas direkt eller från det karaktäristiska värdet, X_k , tillsammans med en partialkoefficient, γ_M . Värdena för partialkoefficienterna, γ_M och γ_F , kan anges i den informativa nationella bilagan NA. Dimensioneringsvärden för konstruktionsmaterial (bultar, sprutbetong etc) skall beräknas i enlighet med EN 1992 till EN 1996 samt EN 1999.

Dimensionering genom hävdvunna åtgärder (2.5)

För de dimensioneringssituationer där beräkningsmodeller inte finns eller är behövliga, kan överskridande av gränstillståndet undvikas genom hävdvunna åtgärder. Dessa innefattar konventionella och allmänt konservativa dimensioneringsregler samt uppmärksamhet med avseende på specifikation och kontroll av material, yrkesskicklighet, skydd och underhållsåtgärder.

I den nationella informativa bilagan, NA, kan hänvisning till konventionella och konservativa regler ges.

Provbelastning och modellförsök (2.6)

Provbelastning, i stor eller liten skala, för att verifiera en dimensionering förutsätter att skillnader i markförhållandena mellan provplatsen och aktuell konstruktion samt tid- och skaleffekterna är beaktade.

Observationsmetoden (2.7)

I de fall då det kan vara svårt att förutse det geotekniska beteendet, kan man använda observationsmetoden. Observationsmetoden innebär att dimensioneringen följs upp under utförandet. Följande krav skall tillgodoses innan utförandet påbörjas;

- gränser för acceptabelt beteendet skall bestämmas
- gränserna för möjligt beteende skall beräknas och visa att sannolikheten för att det verkliga beteendet ligger inom de acceptabla gränserna är godtagbar
- en plan för uppföljning skall tas fram som skall visa om det verkliga beteendet ligger inom acceptabla gränser. Uppföljningen skall kunna genomföras i ett tidigt stadium och med tillräckligt kort intervall för att möjliga åtgärder skall kunna sättas in med lyckat resultat
- responstiden hos mätinstrumenten och analyseringsprocessen måste vara tillräckligt snabb i relation till händelseutvecklingen för det bärande systemet för att möjliggöra förändringar
- en plan för korrigerade åtgärder skall upprätta, vilken kan följas om uppföljningen visar på ett beteende som ligger utanför acceptabla gränser

Under byggskedet skall uppföljningen genomföras som planerat. Resultaten från mätningarna skall utvärderas vid lämpliga tillfällen och de planerade åtgärderna skall genomföras om beteendet överskrider uppsatta gränser. Mätutrustning skall antingen ersättas eller utökas om den inte ger tillförlitliga data av avsett slag eller i tillräcklig mängd.

Geoteknisk dimensioneringsrapport (2.8)

Avsnittet anger de uppgifter som bör finnas i den Geotekniska dimensioneringsrapporten. Detaljeringsgraden på rapporten varierar beroende på projekt. Uppgifter som alltid skall finnas med är bland annat antagande, beräkningsmetoder, resultat från kontroll av säkerheten och brukbarheten samt kontrollprogram.

3.1.3 Avsnitt 3 - Geotekniska data

Insamling, redovisning och tolkning av geoteknisk information skall alltid genomföras. Vid planering av undersökningar skall hänsyn tas till vilken typ av konstruktion som skall uppföras. Undersökningarna skall utföras och dokumenteras i enligt med välkända internationella standarder och rekommendationer. Sammanställning och omfattningen av de geotekniska undersökningarna skall anpassas till den speciella undersökningsetappen och den geotekniska kategorin, se vidare i prEN 1997-2.

Kapitlet tar upp syftet med förundersökningar i olika projekteringskedan. Dessutom beskrivs omfattningen av utvärdering av geotekniska parametrar, t ex karaktärisering av bergarter, kvalitet och egenskaper hos bergarter/bergmassan såsom den enaxiella tryckhållfasthet, deformationsegenskaperna, skjuvhållfastheten hos sprickor och permeabiliteten hos bergmassan.

Geoteknisk undersökningsrapport (3.4)

Undersökningarna skall redovisas i en geoteknisk undersökningsrapport som utgör en del av den geotekniska dimensioneringsrapporten. Rapporten bör normalt innehålla en faktadel och en del med utvärdering av resultatet från undersökningarna.

Faktadelen av förundersökningsrapporten skall innehålla

- saklig redovisning av samtliga fält- och labförsök
- dokumentation av de metoder som används

Dessutom finns det angivet att ytterligare information bör finnas med i lämplig omfattning i faktadelen bland annat

- syfte och omfattning av undersökningarna
- tidigare erfarenheter om aktuellt området

Värderingen av den geotekniska informationen skall samlas i fältrapporten och följande skall finnas med;

- genomgång av fält- och labundersökningarna
- genomgång av framtagna värden på geotekniska egenskaper
- förslag om fortsatta arbeten

3.1.4 Avsnitt 4 - Kontroll av utförande, övervakning och underhåll

Avsnittet behandlar i korthet följande delar vilka skall genomföras där det anses lämpligt;

- byggprocessen och utförande skall kontrolleras
- uppförande av konstruktionen skall följas upp under och efter utförande
- konstruktionen skall underhållas på ett tillfredställande sätt
- beskrivningen av jord och berg och dess geotekniska egenskaper, skall kontrolleras under uppförande

Kontroll av byggprocessen och eventuell uppföljning av hur byggnadsverket uppför sig under och efter utförande skall specificeras i den Geotekniska dimensioneringsrapporten.

Omfattningen av kontroll, uppföljning av markförhållandena samt mätning av förstärkningen beror på vilken geoteknisk kategori konstruktionen tillhör.

3.1.5 Avsnitt 8 - Förankringar

Avsnittet behandlar dimensionering av temporära och permanenta förankringar som används för att uppnå stabilitet av slänter, bergrum eller tunnlar. Avsnittet kan tillämpas både på förspända och icke förspända bultar.

Avsnittet innehåller delar som anger vilka gränstillstånd som skall betraktas vid dimensionering av förankringen samt vad som skall behandlas i samband med dimensioneringen och utförande av förankring. Dessutom anges vad som skall betäckas vid val av dimensioneringssituation samt att lasten i förankringen skall behandlas som en ogynnsam last vid dimensioneringen av förankringen.

Dimensionering i brottgränstillstånd (8.5)

Avsnittet ger gränsuttrycket för dimensioneringen av förankring samt hur dimensioneringsvärdet för lasten skall bestämmas. I avsnittet anges endast att dimensioneringsvärdet för lasten på förankringen skall tas från kapitel 9, som är dimensionering av stödkonstruktioner.

Kontroll och uppföljning (8.9)

Genomförande av kontroll och mätningar skall följa program upprättat enligt avsnitt 9.10 och 9.11 i EN 1537 och Avsnitt 4 i Eurokoden.

3.1.6 Avsnitt 11 - Totalstabilitet

Detta avsnitt behandlar totalstabilitet och rörelser i mark. Avsnittet anger vilka händelser och aktiviteter som kan påverka den storskaliga stabiliteten som skall beaktas.

Det finns ett delavsnitt som speciellt behandlar slänter och schakt i bergmassan. Delavsnittet anger vilka brottfall som skall studeras beträffande totalstabiliteten. Dessutom anges att stabilitetsanalysen skall baseras på tillförlitlig kunskap om sprickorientering, skjuvhållfastheten hos det intakta berget och hos sprickorna.

Slutligen skall mätningar och observationer genomföras om det inte är möjligt att genom beräkningar eller hävdvunna åtgärder, bevisa att det är tillräckligt osannolikt att gränstillståndet inträffar.

4 SAMMANFATTNING AV EUROKOD 7, DEL 2

Samtliga huvudkapitel berör undersökningar i berg även om standarden till största del är inriktad på undersökningar i jord. Nedan visas de avsnitt under respektive kapitel som är speciellt anpassade till undersökningar i berg. Därefter följer en kortare sammanfattning av avsnitten som bedöms ha betydelse för undersökningar i berg. Komplet inehållsförteckning över prEN 1997-2 visas i Bilaga B.

Kapitel 1	General
Kapitel 2	Planning of ground investigation
Kapitel 3	Soil and rock sampling and groundwater measurements
3.5	Rock sampling
3.6	Groundwater measurements in soil and rock
Kapitel 4	Field tests in soil and rock
Kapitel 5	Laboratory tests on soil and rock
5.4	Preparation of rock specimens for testing
5.12	Test for classification of rock
5.13	Swelling testing of rock material
5.14	Strength testing of rock material
Kapitel 6	Ground investigation report
Annex A	List of test results of geotechnical standards
Annex B	Planning of geotechnical investigations
Annex T	Preparation of specimen for testing on rock material
Annex U	Classification testing of rock material
Annex V	Swelling testing of rock material
Annex W	Strength testing of rock material

4.1.1 Kapitel 1 - General

I detta kapitel anges vilka övriga europastandarder som Eurokoden hänvisar till samt vilka förutsättningar som gäller för prEN 1997-2. Dessutom förklaras

skillnaderna mellan principer och tillämpningsregler samt vilka definitioner och symboler som används i dokumentet.

4.1.2 Kapitel 2 - Planning of ground investigations

Kapitlet behandlar hur planering av geotekniska undersökningar skall genomföras. Syftet med att undersökningarna är att relevant geoteknisk information finns tillgängligt för varje skede i projektet. Informationen skall vara så omfattande att projektrisker kan identifieras och förutses. I de slutliga skedena av projekten skall information för att kunna förhindra olycks-, försenings- och skaderisker finnas tillgänglig.

Noggrann insamling, registrering och tolkning av den geotekniska informationen skall utföras. Den geotekniska informationen skall innefatta uppgifter om markförhållanden, geologi, geomorfologi, seismiska förhållanden och hydrogeologi. Även indikationer på variationer av markförhållandena skall beaktas.

Fältbesök tillsammans med inventering av kartmaterial skall utföras innan slutligt undersökningsprogram färdigställs.

Avslutningsvis skall ett kvalitetssystem och kontrollprogram upprättas och följas för både laboratorie- och fältundersökningarna samt för arbetet inne på kontoret.

Undersökningarna skall leda till en beskrivning av markförhållandena som är relevant för det föreslagna arbetet. Beskrivningen skall utgöra en grund för vilka geotekniska parametrar som är relevanta för de olika skedena av projekt. Omfattningen av de geotekniska undersökningarna skall baseras på förväntad typ och dimensionering av konstruktion, t ex typ av grundläggning, förväntad förstärkningsinsats samt läge och djup på konstruktionen.

Vid förstudier bör undersökningarna planeras så att

- tillförlitlig data för att bestämma totalstabiliteten och lämpligheten för området kan erhållas
- att lämpligheten av platsen i jämförelse med andra platser kan bestämmas
- att lämplig placering av konstruktionen inom platsen kan bestämmas
- påverkan av föreslagna arbeten på omgivningarna kan utvärderas
- möjliga grundläggningsmetoder eller förstärkningsmetoder beaktas
- undersökningar för projekterings- och kontrollskedet kan planeras

Undersökningar i projekteringskedet skall utföras om undersökningarna i förstudierna inte gett tillräcklig information. För identifiering och klassificering av markförhållandena skall minst ett borrhål eller en provgrop finnas tillgänglig för provtagning. Dessutom skall grundvattenmätningar planeras och utföras.

Fältundersökningsprogrammet skall innehålla

- ritning över läge och typ av undersökningspunkter
- djup för undersökningen
- typ av prov som skall tas inklusive antal, läge och djup
- förteckning över grundvattenmätningar
- typ av utrustning
- vilka standarder som skall tillämpas

Beträffande planeringen av laboratorieundersökningar skall den baseras på typ av konstruktion, lagerföljd samt vilka nödvändiga geotekniska parametrar som behövs i samband med dimensioneringsarbetet.

Lämpliga rutinemässiga laboratorieundersökningar av bergprover som ger nödvändig information för att beskriva berget är följande;

- geologisk klassificering
- bestämning av vatteninnehållet
- bestämning av densiteten
- bestämning av porositeten
- bestämning av den enaxiella tryckhållfastheten
- bestämning av punktlastindex

Klassificeringen av bergprovet omfattar bland annat en geologisk beskrivning, uppgift om kärnfångst, RQD, sprickartering och vittringsgrad. Dessutom kan även andra undersökningsmetoder för andra syften finnas, t ex bestämning av gånghastigheten, Brasilian test, skjuvtest för sprickytor och bestämning av svällegenskaper.

Egenskaperna hos bergmassan inklusive sprickor kan undersökas indirekt genom tryck och skjuvtester längs sprickorna. I svaga bergmassor kan kompletterande test i fält eller storskaliga tester på block utföras.

I samband med byggskedet skall undersökningar genomföras för att följa upp om markförhållandena stämmer överrens med det som bestämdes i samband med dimensioneringen och att egenskaperna hos berget stämmer överrens med de antagna och bestämda. Under byggskedet skall geologin kontrolleras och bergytorna skall besiktigas i samband med schaktning.

Rock sampling (3.5)

All provtagning skall följa prEN ISO 22475-1, *Geotechnical investigation and testing - Sampling by drilling and excavation and groundwater measurements - Part 1: Technical principles of excavation.*

Bergproverna skall innehålla samtliga ingående mineral från det lager som provet är taget ifrån. Det skall inte vara förorenat av mineral från andra lager eller av tillsatsämnen som används i samband med provtagningen.

Sprickorna och tillhörande sprickfyllnadsmaterial styr oftast hållfasthets- och deformationsegenskaperna hos bergmassan. Därför skall, för relevanta fall, dessa beskrivas så noggrant som möjligt under provtagningen.

Det finns tre olika kategorier för bergprovtagningsmetoder, A, B och C. Kategorierna beskrivs mer ingående i EN ISO 22475-1 där även olika provtagningsmetoder finns kategoriserade. Provtagning enligt kategori A innebär att prover som är helt ostörda eller endast delvis störda med avseende på bergstruktur i samband med provtagningen eller i samband med hanteringen av proverna skall erhållas. Hållfasthets- och deformationsegenskaperna, vatteninnehållet, porositeten samt permeabiliteten hos bergprovet motsvarar *in situ*-värden för bergmassan. Provtagning enligt kategori B innebär att prover skall erhållas där identifiering av sprickorna i bergmassan kan utföras. Eftersom bergmassans struktur har blivit störd har även hållfasthets- och deformationsegenskaperna, vatteninnehållet, densiteten, porositeten och permeabiliteten i bergmassan blivit störda. Den sista provtagningsmetoden, Kategori C, innebär att berget som tas upp motsvarar borrhax eller att det på annat sätt blivit krossat.

Den okulära karteringen av berget skall baseras på undersökning av bergmassan och enstaka prover inklusive samtliga observationer av vittringsgrad och sprickförekomst. Vittringsgraden skall relateras till den geologiska processen och graderas från "frisk berg" till "berg sönderfallet till jord". Sprickor skall kvantifieras med avseende på sprickorientering och sprickavstånd genom att använda entydig terminologi. Karteringen skall följa

EN ISO 14689-1², *Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of rock - Part 1: Identification and description*.

Dessutom skall RQD, Total Core Recovery³ (TCR) och Solid Core Recovery⁴ (SCR) bestämmas.

Groundwater measurements in soils and rocks (3.6)

Bestämningen av grundvattennivån eller porvattentrycket i jord och berg skall utföras genom att installera grundvattentrör i öppna eller slutna system. Utrustning skall väljas med avseende på markförhållandena, syftet med mätningarna, erforderlig mätperiod, förväntade variationer i grundvattnet samt reponstiden hos utrustningen och i marken.

Vid utvärderingen av grundvattenmätningarna skall hänsyn tas till de geologiska och geotekniska förhållandena, noggrannheten i varje individuell mätning, variationen i porvattentrycket över tiden, varaktigheten på mätperioden, under vilken säsong mätningarna utförts samt klimatförhållandena före och under mätningarna.

4.1.3 Kapitel 4 - Field test in soil and rock

Fältundersökningar skall utföras för att samla in information om markförhållanden och för att få fram geotekniska parametrar.

I samband med planering av fältundersökningarna skall bland annat geologin, typ av konstruktion, dimensioneringsmetod och erforderliga geotekniska parametrar beaktas

En rad olika fältundersökningar är angivna men samtliga gäller för undersökning i jord. Däremot påpekas att övriga internationella kända undersökningsmetoder, såsom geofysiska undersökningar, kan användas.

4.1.4 Kapitel 5 - Laboratory tests on soil and rock

Den laboratorieutrustning som används skall kontrolleras så att den är tillförlitlig och lämplig för sitt syfte samt kalibrerad och godkänd. I samband med redovisningen av testresultaten skall testmetoden och förfarandet beskrivas.

² Arbetet med den svenska översättningen av standarden pågår

³ Andelen upptaget bergmaterial. Ger information om andelen bortspolat material.

⁴ Andel upptagen bergkärna med full diameter.

Preparation of rock specimens for testing (5.4)

Syftet med provpreparering är att tillhandahålla prover som är så representativa som möjligt för bergvolymen. I Annex T till W finns ytterligare information om provpreparering.

I samband med redovisning skall det specificeras hur bergproverna har blivit preparerade, hur de har förvarats, vilket fukthalt provet hade vid provningstillfället samt vilken metod som används för att bestämma provets dimensioner och dess avvikelser.

Test for classification of rock (5.12)

I samband med klassificering av berget finns följande beskrivet;

- Identifiering och beskrivning av bergmassan
- Bestämning av vatteninnehåll
- Bestämning av densitet och porositet

Annex U innehåller mer detaljerad information och riktlinjer för klassificering av bergmassan.

Klassificeringsresultatet skall studeras tillsammans med borrhprotokollen, geofysiska mätningarna och foton över borrhkärnorna.

Identifiering och beskrivning av bergmassan baseras på den mineralogiska sammansättningen, dominerande kornstorlek, ursprung, struktur, vittring och andra delar. Beskrivning kan baseras på borrhkärnor, block eller blottade berghällar. Klassificeringen skall följa EN ISO 14689-1, *Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of rock - Part 1: Identification and description*.

Vid bestämning av vatteninnehållet skall val av prover, förvaringssätt i laboratoriet innan mätning, möjlig återfuktning av uttorkade prover, antal prover per lager, antal prover som testas parallell med andra försök från samma bergformation samt antal genomförda noggrannhetskontroller anges.

Densitetsbestämning genomförs för att kunna ta fram porositeten och andra relaterade egenskaper för bergprovet. Densiteten bestäms genom viktanalys under förutsättning att tillförlitlig bestämning av provets dimensioner finns att tillgå. I samband med undersökningarna skall val av prover, förvaringsförhållanden innan försöken, metod för återfuktning av uttorkade prover, antal prover samt om parallella försök genomförs för samma

bergvolym anges. För tillfället finns ingen ISO/CEN-standard tillgänglig varför "ISRM Part 1 - Suggested Methods for determining water content, porosity, absorption and related properties - Section 2 Suggested Methods for porosity/density determination using saturation and calliper techniques" kan användas.

Swelling testing of rock material (5.13)

Vissa bergmaterial, främst de med högt lerinnehåll, är benägna att svälla, försvagas och falla sönder när de utsätts för väta och uttorkning eller för avlastning i vattenförande miljö. Undersökningsmetoderna, se Annex V, ger en möjlighet att uppskatta de svällande egenskaperna under kontrollerande förhållande. Undersökningarna utförs vanligtvis på mjukare berg som t ex sprickfyllnadsmaterial. Undersökningarna kan också användas för att karaktärisera hårdare berg som utsätts för vittring.

Strength testing of rock material (5.14)

Eurokoden anger fem olika undersökningsmetoder för att bestämma hållfastheten hos bergprovet. Dessa är enaxiell trycktest, punktlasttest, direkt skjuvtest, Brasilian test samt triaxiellt trycktest. Annex W innehåller mer information om de olika undersökningsmetoderna.

4.1.5 Kapitel 6 - Geoteknisk undersökningsrapport

Den geotekniska undersökningsrapporten skall innehålla, där det är lämpligt, en presentation av all tillgänglig geoteknisk information inkluderat geologiska kännetecken och annan relevant information. Dessutom skall den innehålla den geotekniska utvärderingen av informationen, de antaganden som används för att tolka resultaten samt ange kända begränsningar i resultatet, där det är tillämpligt.

Presentationen av den geotekniska informationen skall inkludera faktiska data som t ex syftet med undersökningarna, beskrivning av platsen och dess topografi, den planerade konstruktionen och utredningsskede. Även uppgifter om vald geoteknisk kategori, medverkande konsulter och underkonsulter, tidsperiod för genomförande av undersökningarna samt övriga uppgifter om området såsom känsliga områden, grundvattenförekomst, geologi, kännedom om seismiska aktiviteten i området etc bör förekomma i lämplig omfattning.

Rapporten skall även innehålla en dokumentation över använda metoder och angreppssätt samt resultat. Beträffande resultaten från fält- och laboratorieundersökningar skall dessa redovisas i enlighet med vad som anges i de EN- och/eller ISO-standarder som används.

Utvärderingen av den geotekniska informationen skall dokumentera och inkludera, där det är möjligt, resultaten från undersökningarna, granskning av resultaten från platsen och undersökningarna tillsammans med övrig tillgänglig information. Det skall finnas en detaljerad beskrivning av alla lager inkluderat dess geometriska utbredning, fysiska egenskaper samt deformation och hållfasthetsegenskaper och slutligen kommentarer till ev. svaghetszoner etc.

4.1.6 Annex A - List of test results of geotechnical test standards

Annex A redovisar vilka geotekniska parametrar, se Figur 3, som bör vara med i den Geotekniska undersökningsrapporten för de projekt där det är tillämpligt.

Laboratory test ^b	Test results
Water content (rock)	– Value of w
Density and porosity (rock)	– Value of ρ and n
Swelling (rock)	– Swelling Strain Index – Swelling pressure – Free swell – Swell under constant load
Uniaxial compression and deformability (rock)	– Value of $\bar{\sigma}_c$ – Value of deformation modulus E – Value of Poisson's ratio ν
Point-load test (rock)	– Strength index I_{s50}
Direct shear test (rock)	– Stress-displacement curve – Mohr diagram – c' , φ' – Residual parameters
Brazil test (rock)	– Tensile strength σ_T
Triaxial compression test (rock)	– Stress-strain curve(s) – Stress paths – Mohr circles – c' , φ' – Values of deformation modulus E and Poisson's ratio ν

^b See Section 5.

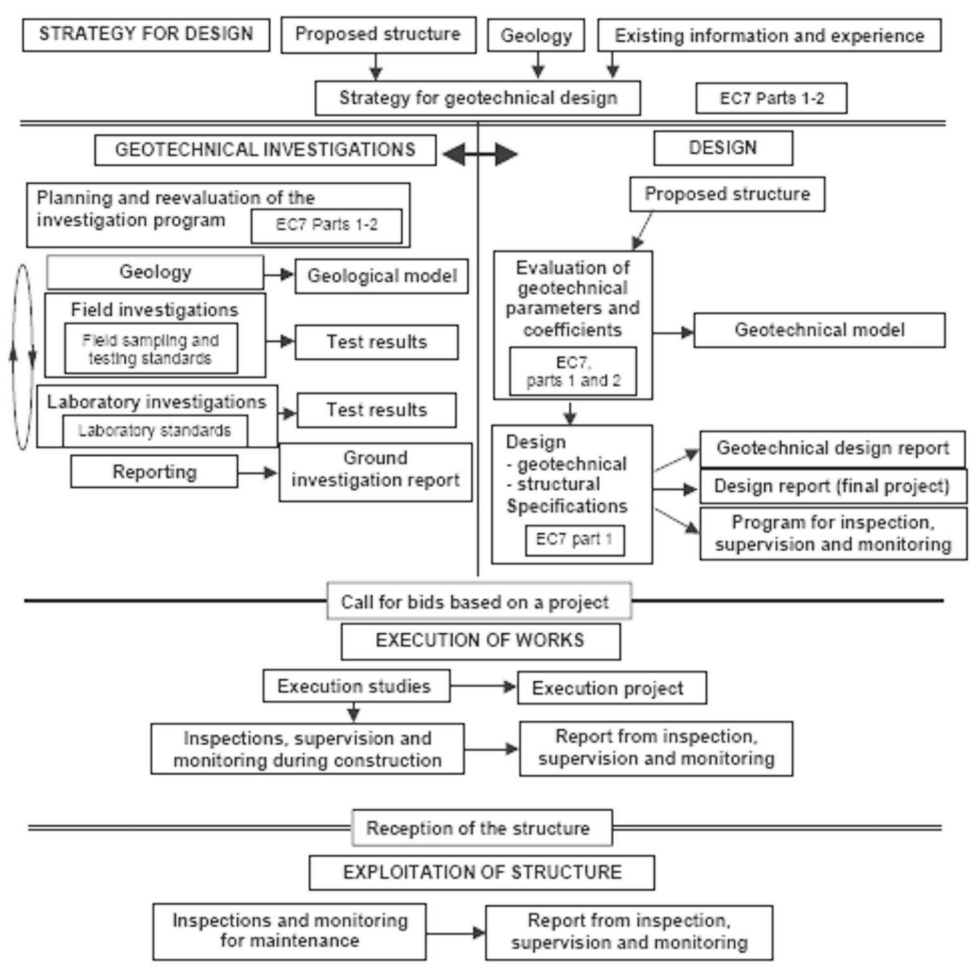
Figur 3. Förteckning över laboratorieundersökningar för bergprov

Figure 3. A list over laboratory tests for rock samples.

4.1.7 Annex B - Planning of geotechnical investigations

Annex B ger ett flödesschema, se Figur 4, över hur planering och genomförande av de geotekniska undersökningarna är kopplade till dimensioneringen. Utöver detta ger annexet förslag på vilka undersökningar som skall genomföras i olika skeden och för olika tillämpningar.

Slutligen ger annexet förslag på avståndet mellan undersökningarna och på vilket djup de bör utföras. För tunnlar förslås avståndet mellan undersökningspunkterna vara mellan 20 och 200 meter. Undersökningsdjupet bör sträcka sig från markytan ned till ett djup under tunnelbotten som motsvarar bredden eller dubbla bredden på tunneln. För stora och komplexa projekt bör vissa av undersökningspunkterna även göras på större djup än vad som förslås i annexet. Ett ökat undersökningsdjup bör alltid väljas då det råder ogynnsamma geologiska förhållanden.



Figur 4. Flödesschema för planering av geotekniska undersökningar

Figure 4. Stages of ground investigations in geotechnical design, execution of works and exploitation of the structure.

4.1.8 Annex T - Preparation of specimen for testing on rock material

Enligt prEN 1997-2 innehåller ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring inga specifika krav för provpreparering. De flesta provmetoder innehåller dock avsnitt om

provpreparering, krav på provvolym, provkvalitet, prepareringsmetod, erforderliga provdimensioner samt toleranskrav på storlek och form. Exempel på vanligt förekommande provpreparering av borrhärlor samt bestämning av dimension och formtoleranser finns i ASTM D4543-01, *Preparing Rock Core Specimens and Determining Dimensional and Shape Tolerances*.

4.1.9 Annex U - Classification testing of rock material

Klassificering av bergmassan utifrån borrhärlor kräver högsta möjliga kärnfångst för att identifiera sprickor och möjliga hålrum. Störningen på borrhärlan från borrhningen bör minimeras eftersom bedömningen av bergkvalitet till stor del baseras på de sprickor som uppträder i borrhärlan.

De flesta klassificeringssystem baseras på en borrhärla med en diameter på minst 50 mm. För de flesta provningsmetoder behövs en intakt borrhärla mellan 50 till 200 mm för att kunna utföra en tillfredställande undersökning. Exempel på undersökningsmetoder för klassificering listas nedan;

- BS 5930:1982, Code of practice for site investigation Section 8 Description and classification of rock for engineering purposes
- ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring, Part I Site Characterization (1981)
- ISRM Part 1 - Suggested Methods for determining water content, porosity, absorption and related properties
 - Section 1 Suggested Methods for determination of the water content of a rock sample.
 - Section 2 Suggested Methods for porosity/density determination using saturation and calliper techniques.
 - Section 3 Suggested methods for porosity/density determination using saturation and buoyancy techniques.

Nationella och internationella klassificeringssystem finns för olika tillämpningar. Klassificeringssystem som baseras på delvis numeriska analyser summeras i Bieniawski, Engineering Rock Mass Classification från 1989.

4.1.10 Annex V - Swelling testing of rock material

Ostörda bergprover är att föredra för provning av svällegenskaperna eftersom bergstrukturen har en betydande effekt på dessa egenskaper. Annexet ger rekommendationer på antal prov för de olika undersökningsmetoderna som visas nedan.

- ISRM Suggested Methods for Determining Swelling and Slake-Durability Index Properties;
 - Test 1 Suggested Methods for Determination of Swelling Pressure Index of Zero volume Change.
 - Test 2 Suggested Methods for Determination of Swelling Strain Index for Radially Confined Specimen with Axial Surcharge.
 - Test 3 Suggested Methods for Determination of the Swelling Strain Developed in an Unconfined Rock Specimen

4.1.11 Annex W - Strength testing of rock material

Annexet ger råd till hur undersökning av hållfasthetsegenskaperna bör utföras och i vilken omfattning. Nedan visas rekommenderade undersökningsmetoder.

- ASTM D 2938:1991, Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens.
- ISRM Suggested Methods for Determining Unconfined Compressive Strength and Deformability.
- ISRM Suggested Method for Determining Point Load Strength; revised version has been published in Int. Journal for Rock Mechanics Min. Sci. & Geomech. Abstract. Vol 22, No 2, pp 51-60, 1985.
- ISRM Suggested Methods for Determining Shear Strength, Part 2: Suggested Method for Laboratory Determination of Direct Shear Strength
- ISRM Suggested Method for Determining Tensile Strength of Rock Materials, Part 2: Suggested Method for Determining Indirect Tensile Strength by the Brazil Test.
- ISRM Suggested Method for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression.

5 DISKUSSIONER

Under detta kapitel samlas de frågor och funderingar som väckts under arbetet med rapporten.

5.1 EN 1997-1

Enligt SIS (2005) är Eurokoderna precis som alla andra standarder i grunden helt frivilliga dokument. För den offentlige upphandlaren gäller att så snart som Eurokoden faktiskt kan användas för det enskilda fallet så ska den användas. Avsteg från kravet på referens till Eurokoden kan naturligtvis hävdas och motiveras enligt reglerna i LOU.

Enligt Boverkets föreskrifter om ändring i verkets regler om tillämpning av europeiska beräkningsstandarder (BFS 2005:9 EBS 2) har man angett att Eurokoderna och dess föreskrifter ej gäller för tillämpning på bergtunnlar och bergrum. Boverket har kontaktats angående denna formulering och de svar Boverket kommit med är att de inte kommer att ta fram nationella värden, klasser etc för tillämpning på bergkonstruktioner. De anger istället att Eurokoden kan tillämpas med där angivna värden. Slutsatserna blir att Boverket ändå anger att Eurokoden skall tillämpas för bergkonstruktioner. Banverket, som har kontaktats om formuleringen, tolkar att formuleringen endast rör dimensionering genom beräkningar och ser att en tänkbar utveckling är att i den nationella bilagan föreskriva att observationsmetoden kan tillämpas på bergtunnlar och bergrum (Banverket, 2006).

För dimensionering av bergkonstruktioner är Dimensionering genom hävdvunna åtgärder, Dimensionering genom beräkningar samt Observationsmetoden att rekommendera. EN 1997- 1 ger möjligheten för respektive land att i Nationell bilaga ange vilka hävdvunna åtgärder som ska användas. För de lastfall där det finns en analytisk lösning kan Dimensionering genom beräkning vara relevant. Beträffande Observationsmetoden så pågår det ett projekt inom SveBeFo rörande Observationsmetodens teoretiska grund och dess tillämpning. Denna rapport beräknas vara klar 2006/2007.

För dimensionering av bult- och sprutbetongförstärkning ger inte Eurokod 7, del 1, några direkta rekommendationer. Enligt kontakt med SIS i oktober 2005 så innehåller inte Eurokod 2 heller något om dimensionering av sprutbetong. Så

länge som Eurokoderna inte säger något om detta bedöms dagens praxis och metoder kunna användas så länge de inte är motstridiga Eurokoden.

Pågående arbetet inom IEG att ta fram tillämpningsdokument för berg kommer förhoppningsvis att visa på hur Eurokod 7 skall tillämpas för dimensionering av bergkonstruktioner.

5.2 prEN 1997-2

Endast de vanligt förekommande geotekniska laboratorie- och fältundersökningar behandlas i standarden. Dessa har valts på basis av dess betydelse för tillämpad geoteknik, dess tillgänglighet i geotekniska laboratorier och för att de är accepterade undersökningar i Europa. Standarden kommer att uppdateras gradvis för att inkludera ytterligare laboratorie- och fältundersökningar. I dagsläget innehåller Eurokoden endast fältundersökningsmetoder i lösa material. Förhoppningsvis kommer framtida utgåvor av standarden att vara kompletterade med fältundersökningar för berg. Så länge dessa inte finns kan välkända etablerade metoder som används idag fortstätta att användas.

Föreskrifterna i standarden är främst tillämpbara i projekt som utförs i Geoteknisk kategori 2 eller lägre. För projekt i Geoteknisk kategori 3 är mängden undersökningar som behövs minst vad som anges för kategori 2. Därutöver kan kompletterande och mer avancerade undersökningar vara nödvändiga.

Så länge Eurokoden inte anger några EN eller EN ISO standarder för berg blir det svårt att uppfylla principen att redovisningen skall ske enligt dessa. Däremot hänvisar Eurokoden till både ASTM- och BS-standarder samt ISRM Suggested Methods, varför redovisningen istället bör följa dessa.

6 REFERENSER

- Banverket, 2006, BV Tunnel och Eurokoder, diarienummer B05-4166/BA 45
- BFS 2005:9 EBS 2, Boverkets föreskrifter om ändring i verkets regler om tillämpning av europeiska beräkningsstandarder (föreskrifter och allmänna råd), Boverket
- EN 1997-1, 2004, Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules
- Guidance Paper L, 2003, Application and use of Eurocodes, European Commission
- prEN 1997-2, Eurokod 7: Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing. Final Draft February 2006
- SIS, 2005, www.sis.se
- SS-EN 1990, 2002, Eurokod - Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk
- SS-EN 1997-1:2005, Eurokod 7: Dimensionering av geokonstruktioner - Del 1: Allmänna regler (engelsk version)
- SS-EN 1997-1_rev2, Eurocode 7 Dimensionering av geokonstruktioner - Del 1: Allmänna regler, Nedladdad från SIS Livelink, september 2006 (svensk översättning)
- www.ieg.nu, IEG, Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik

BILAGA A - INNEHÅLLSFÖRTECKNING ÖVER SS-EN 1997-1

Avsnitt 1 Allmänt

- 1.1 Omfattning
- 1.2 Normgivande referenser
- 1.3 Förutsättningar
- 1.4 Skillnad mellan principer och tillämpningsregler
- 1.5 Definitioner
- 1.6 Symboler

Avsnitt 2 Grunder för geoteknisk dimensionering

- 2.1 Dimensioneringskrav
- 2.2 Dimensioneringsfall
- 2.3 Hållbarhet
- 2.4 Beräkningsmässig geoteknisk dimensionering
- 2.5 Dimensionering genom hävdvunna åtgärder
- 2.6 Provbelastning och modellförsök
- 2.7 Observationsmetod
- 2.8 Geoteknisk dimensioneringsrapport

Avsnitt 3 Geotekniska data

- 3.1 Allmänt
- 3.2 Geotekniska undersökningar
- 3.3 Utvärdering av geotekniska parametrar
- 3.4 Grundundersökningsrapport

Avsnitt 4 Kontroll av utförande, övervakning och underhåll

- 4.1 Allmänt
- 4.2 Kontroll
- 4.3 Kontroll av grundförhållanden
- 4.4 Utförandekontroll
- 4.5 Uppföljning
- 4.6 Underhåll

Avsnitt 5 Fyllning, avvattning och jordförstärkning

- 5.1 Allmänt
- 5.2 Grundläggande krav
- 5.4 Fyllningsarbete
- 5.4 Avvattning
- 5.5 Jordförstärkning

Avsnitt 6 Plattgrundläggning

- 6.1 Allmänt
- 6.2 Gränstillstånd
- 6.3 Laster och dimensioneringsfall
- 6.4 Dimensionering och utförande
- 6.5 Dimensionering i brottgränstillstånd
- 6.6 Dimensionering i bruksgränstillstånd
- 6.7 Grundläggning på berg; kompletterande dimensioneringsförutsättningar
- 6.8 Konstruktiv dimensionering av grundplattor
- 6.9 Iordningställande av undergrunden

- Avsnitt 7 Pålgrundläggning
 - 7.1 Allmänt
 - 7.2 Gränstillstånd
 - 7.3 Laster och dimensioneringsfall
 - 7.4 Dimensioneringsmetoder och dimensioneringsvillkor
 - 7.5 Provbelastning av pålar
 - 7.6 Axiellt belastade pålar
 - 7.7 Sidobelastade pålar
 - 7.8 Dimensionering av pålar
 - 7.9 Byggkontroll
- Avsnitt 8 Förankringar
 - 8.1 Allmänt
 - 8.2 Gränstillstånd
 - 8.3 Dimensioneringsfall och laster
 - 8.4 Synpunkter på dimensionering och utförande
 - 8.5 Brottgränstillstånd
 - 8.6 Dimensionering i bruksgränstillstånd
 - 8.7 Lämplighetsprov
 - 8.8 Godkännandeprov
 - 8.9 Övervakning och uppföljning
- Avsnitt 9 Stödkonstruktioner
 - 9.1 Allmänt
 - 9.2 Gränstillstånd
 - 9.3 Laster, geometriska data och dimensioneringsfall
 - 9.4 Dimensionerings- och utförandehänsyn
 - 9.5 Bestämning av jordtryck
 - 9.6 Vattentryck
 - 9.7 Dimensionering i brottgränstillstånd
 - 9.8 Dimensionering i bruksgränstillstånd
- Avsnitt 10 Hydrauliskt grundbrott
 - 10.1 Allmänt
 - 10.2 Brott genom lyftning
 - 10.3 Brott genom hävning
 - 10.4 Inre erosion
 - 10.5 Brott genom uppkomst av erosionsrör (piping)
- Avsnitt 11 Totalstabilitet
 - 11.1 Allmänt
 - 11.2 Gränstillstånd
 - 11.3 Laster och dimensioneringsfall
 - 11.4 Dimensionerings- och utförandehänsyn
 - 11.5 Dimensionering i brottgränstillstånd
 - 11.6 Dimensionering i bruksgränstillstånd
 - 11.7 Uppföljning
- Avsnitt 12 Bankar
 - 12.1 Allmänt
 - 12.2 Gränstillstånd
 - 12.3 Laster och dimensioneringsfall
 - 12.4 Dimensionerings- och utförandesynpunkter

- 12.5 Dimensionering i brottgränstillstånd
- 12.6 Dimensionering i bruksgränstillstånd
- 12.7 Övervakning och uppföljning
- Bilaga A (normgivande) Partial- och korrelationskoefficienter för brottgränstillstånd och rekommenderade värden
- Bilaga B (informativ) Bakgrundsinformation om partialkoefficienter för dimensioneringstyp 1, 2 och 3
- Bilaga C (informativ) Provningsmetoder för att bestämma gränsvärden på jordtryck mot vertikala väggar
- Bilaga D (informativ) Exempel på analytiska metoder för beräkning av bärförmåga
- Bilaga E (informativ) Exempel på halvempiriska metoder för utvärdering av bärförmåga
- Bilaga F (informativ) Exempel på metoder för sättningsberäkning
- Bilaga G (informativ) Ett exempel på metod för härledning av förmodad bärförmåga för grundplattor på berg
- Bilaga H (informativ) Gränsvärden för byggverksdeformation och fundamentrörelse
- Bilaga J (informativ) Kontrollista för byggövervakning och uppföljning

BILAGA B - INNEHÅLLSFÖRTECKNING ÖVER prEN 1997-2

Foreword

1 General

1.1 Scope.

1.1.1 Scope of Eurocode 7

1.1.2 Scope of EN 1997-2

1.2 Normative references

1.3 Assumptions

1.4 Distinction between Principles and Application Rules

1.5 Definitions

1.5.1 Terms common to all Eurocodes

1.5.2 Terms common to Eurocode 7

1.5.3 Specific definitions used in EN 1997-2

1.6 Test results and derived values

1.7 The link between EN 1997-1 and EN 1997-2

1.8 Symbols

2 Planning of ground investigations

2.1 Objectives

2.1.1 General

2.1.2 Ground

2.1.3 Construction materials

2.1.4 Groundwater

2.2 Sequence of ground investigations

2.3 Preliminary investigations

2.4 Design investigations

2.4.1 Field investigations

2.4.2 Laboratory tests

2.5 Controlling and monitoring

3 Soil and rock sampling and groundwater measurements

3.1 General

3.2 Sampling by drilling

3.3 Sampling by excavation

3.4 Soil sampling

3.4.1 Categories of sampling methods and laboratory quality classes of samples

3.4.2 Soil identification

3.4.3 Planning of soil sampling

3.4.4 Handling, transport and storing of samples

3.5 Rock sampling

3.5.1 Categories of sampling methods

3.5.2 Rock identification

3.5.3 Planning of rock sampling

3.5.4 Handling, transport and storing of samples

3.6 Groundwater measurements in soils and rocks

3.6.1 General

3.6.2 Planning and execution of the measurements

- 3.6.3 Evaluation of results of groundwater measurements
- 4 Field tests in soil and rock
 - 4.1 General
 - 4.2 General requirements
 - 4.2.1 Planning a specific test programme
 - 4.2.2 Execution.
 - 4.2.3 Evaluation
 - 4.3 Cone penetration and piezocone penetration tests (CPT, CPTU)
 - 4.3.1 Objectives
 - 4.3.2 Specific requirements
 - 4.3.3 Evaluation of test results
 - 4.3.4 Use of test results and derived values
 - 4.4 Pressuremeter tests (PMT)
 - 4.4.1 Objectives
 - 4.4.2 Specific requirements
 - 4.4.3 Evaluation of test results
 - 4.4.4 Use of test results and derived values
 - 4.5 Flexible dilatometer test (FDT)
 - 4.5.1 Objectives
 - 4.5.2 Specific requirements
 - 4.5.3 Evaluation of test results
 - 4.5.4 Use of test results and derived values
 - 4.6 Standard penetration test (SPT)
 - 4.6.1 Objectives
 - 4.6.2 Specific requirements
 - 4.6.3 Evaluation of test results
 - 4.6.4 Use of test results and derived values
 - 4.7 Dynamic probing tests (DP)
 - 4.7.1 Objectives
 - 4.7.2 Specific requirements
 - 4.7.3 Evaluation of test results
 - 4.7.4 Use of test results and derived values
 - 4.8 Weight sounding test (WST)
 - 4.8.1 Objectives
 - 4.8.2 Specific requirements
 - 4.8.3 Evaluation of test results
 - 4.8.4 Use of test results and derived values
 - 4.9 Field vane test (FVT)
 - 4.9.1 Objectives
 - 4.9.2 Specific requirements
 - 4.9.3 Evaluation of test results
 - 4.9.4 Use of test results and derived values
 - 4.10 Flat dilatometer test (DMT)
 - 4.10.1 Objectives
 - 4.10.2 Specific requirements
 - 4.10.3 Evaluation of test results
 - 4.10.4 Use of test results and derived values
 - 4.11 Plate loading test (PLT)

- 4.11.1 Objectives
- 4.11.2 Specific requirements
- 4.11.3 Evaluation of test results
- 4.11.4 Use of test results and derived values
- 5 Laboratory tests on soil and rock
 - 5.1 General
 - 5.2 General requirements for laboratory tests
 - 5.2.1 General requirements
 - 5.2.2 Procedures, equipment and presentation
 - 5.2.3 Evaluation of test results
 - 5.3 Preparation of soil specimens for testing
 - 5.3.1 Objective
 - 5.3.2 Requirements
 - 5.4 Preparation of rock specimens for testing
 - 5.4.1 Objective
 - 5.4.2 Requirements
 - 5.5 Tests for classification, identification and description of soil
 - 5.5.1 General
 - 5.5.2 Requirements for all classification tests
 - 5.5.3 Water content determination
 - 5.5.4 Bulk density determination
 - 5.5.5 Particle density determination
 - 5.5.6 Particle size analysis
 - 5.5.7 Consistency limits determination
 - 5.5.8 Determination of the density index of granular soil
 - 5.5.9 Soil dispersibility determination
 - 5.5.10 Frost susceptibility
 - 5.6 Chemical testing of soil and groundwater
 - 5.6.1 Requirements for all chemical tests
 - 5.6.2 Organic content determination
 - 5.6.3 Carbonate content determination
 - 5.6.4 Sulfate content determination
 - 5.6.5 pH value determination (acidity and alkalinity)
 - 5.6.6 Chloride content determination
 - 5.7 Strength index testing of soil
 - 5.7.1 Objective
 - 5.7.2 Requirements
 - 5.7.3 Use of test results
 - 5.8 Strength testing of soil
 - 5.8.1 Objective and scope
 - 5.8.2 General requirements
 - 5.8.3 Evaluation and use of test results
 - 5.8.4 Unconfined compression test
 - 5.8.5 Unconsolidated, undrained triaxial compression test
 - 5.8.6 Consolidated triaxial compression test
 - 5.8.7 Consolidated direct shear box tests
 - 5.9 Compressibility and deformation testing of soil
 - 5.9.1 General

- 5.9.2 Oedometer compressibility testing
- 5.9.3 Triaxial deformability testing
- 5.10 Compaction testing of soil
 - 5.10.1 Scope
 - 5.10.2 Compaction tests
 - 5.10.3 California Bearing ratio (CBR) test
- 5.11 Permeability testing of soil
 - 5.11.1 Objective
 - 5.11.2 Requirements
 - 5.11.3 Evaluation and use of test results
- 5.12 Tests for classification of rocks
 - 5.12.1 General
 - 5.12.2 Requirements for all classification tests
 - 5.12.3 Rock identification and description
 - 5.12.4 Water content determination
 - 5.12.5 Density and porosity determination
- 5.13 Swelling testing of rock material
 - 5.13.1 General
 - 5.13.2 General requirements
 - 5.13.3 Evaluation of test results
 - 5.13.4 Swelling pressure index under zero volume change
 - 5.13.5 Swelling strain index for radially-confined specimens with axial surcharge
 - 5.13.6 Swelling strain developed in unconfined rock specimen
- 5.14 Strength testing of rock material
 - 5.14.1 General
 - 5.14.2 Requirements for all strength tests
 - 5.14.3 Evaluation of test results
 - 5.14.4 Uniaxial compression and deformability test
 - 5.14.5 Point load test .
 - 5.14.6 Direct shear test
 - 5.14.7 Brazil test
 - 5.14.8 Triaxial compression test
- 6 Ground investigation report
 - 6.1 General requirements
 - 6.2 Presentation of geotechnical information
 - 6.3 Evaluation of geotechnical information
 - 6.4 Establishment of derived values
- Annex A (informative) List of test results of geotechnical test standards
- Annex B (informative) Planning of geotechnical investigations
- Annex C (informative) Example of groundwater pressure derivations based on a model and long term measurements
- Annex D (informative) Cone and piezocone penetration tests
- Annex E (informative) Pressuremeter Test (PMT)
- Annex F (informative) Standard penetration test (SPT)
- Annex G (informative) Dynamic probing test (DP)
- Annex H (informative) Weight sounding test (WST)
- Annex I (informative) Field vane test (FVT)

Annex J (informative) Flat dilatometer test (DMT) Example of correlations between E_{oed} and DMT results

Annex K (informative) Plate loading test (PLT)

Annex L (informative) Detailed information on preparation of soil specimens for testing

Annex M (informative) Detailed information on tests for classification, identification and description of soil

Annex N (informative) Detailed information on chemical testing of soil

Annex O (informative) Detailed information on strength index testing of soil

Annex P (informative) Detailed information on strength testing of soil

Annex Q (informative) Detailed information on compressibility testing of soil

SveBeFo

Box 47047
SE-100 74 Stockholm

Telefon 08-692 22 80 • info@svebefo.se
Besöksadress: Mejerivägen 4

ISSN 1104 - 1773 • SVEBEFO-R--78--SE

tbk.