

Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik

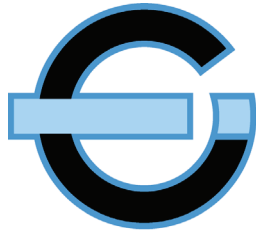
Rapport 7:2010 Rev 1

Tillämpningsdokument
Förankringar

EN 1997-1 kapitel 8



Svenska Geotekniska Föreningen
Swedish Geotechnical Society



Implementeringskommission för
Europastandarder inom Geoteknik

IEG Rapport 7:2010, Rev 1

Tillämpningsdokument Förankringar
EN 1997-1 kapitel 8

Framtagen av IEG,
Stockholm 2010, reviderad 2015

IEG Rapport Implementeringskommissionen för
Europastandarder inom Geoteknik
Förvaltas av
SGF Svenska Geotekniska Föreningen

Beställning SGF

ISBN 978-91-85647-36-1
Upplaga Digital

Version April 2011, dec 2015

Förord

Detta tillämpningsdokument togs fram på uppdrag av IEG (Implementerings-kommissionen för Europastandarder inom Geoteknik) som var en ideell förening under Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademiens hägn. Föreningen hade till uppgift att initiera, samordna och utföra arbete, som krävs för implementering av Europastandarder inom Geoteknikområdet i Sverige.

Rapporten utgör ett tillämpningsdokument som är tänkt att vägleda användaren vid dimensionering av förankringar i enlighet med SS-EN 1997-1. Dokumentet ska användas tillsammans med relevanta europastandarder och tillhörande svenska nationella bilagor.

Den ursprungliga versionen togs fram av Håkan Stille och granskades av Anders Ryner, GeoMind och Viveca Arvidsson, Sweco.

Svenska Geotekniska Föreningen, SGF, har sedan den 1 juni 2011 tagit över förvaltningen av IEG:s dokument.

Under 2015 har ett projekt genomförts för att uppdatera detta tillämpningsdokument med hänsyn till den reviderade versionen EN 1997-1 kapitel 8.

En arbetsgrupp har tillsatts under SGF bestående av; Lovisa Moritz, Trafikverket, Håkan Stille, KTH, Markus Holmgren, Hercules, Håkan Karlsson, Skanska, Gunnar Holmberg, Skanska, Anders Ryner, GeoMind, Magnus Ruin, Teroc och Gunilla Franzén, GeoVerkstan.

Redaktör för ändringarna i detta tillämpningsdokument har Gunilla Franzén, GeoVerkstan varit.

Framtagandet finansieras av Transportstyrelsen, Boverket, Trafikverket, SGF och Pålkommisionen samt deltagarnas respektive firmor.

Sammanfattning

Förankringar ingår i flera olika typer av geokonstruktioner. Dessa konstruktionstyper styr val av geoteknisk kategori, dimensioneringssätt och dimensionerande lasteffekt.

Verifiering av förankringens bärförmåga styrs av två gränstillstånd dels förankringens konstruktiva bärförmåga som beror på materialet i förankringen (STR), dels förankringens geotekniska bärförmåga (GEO) som beror på jordens egenskaper.

Verifiering av den konstruktiva bärförmågan görs genom beräkning och verifiering av den geotekniska bärförmågan genom provning.

Detta tillämpningsdokument omfattar enbart dimensionering av förankringar för stödkonstruktioner. Bergbult, jordspikar, dragpålar och andra typer av stag inkluderas inte.

Summary

Anchorage are used in different types of geotechnical structures. It is the type of structures that will govern the choice of geotechnical category, design approach and limiting design load

The design value of the anchorage resistance shall be determined from the structural resistance and pull-out resistance of the anchorage.

Verification of the structural capacity is carried out through calculations and verification of the geotechnical capacity is carried out through testing

This document considers solely the design of anchorages for earth retaining structures. The design of rock bolts, soil nails, tension piles and other types of anchorages are not considered in this document

Innehåll

FÖRORD.....	I
SAMMANFATTNING	I
SUMMARY	I
INNEHÅLL	I
1 INLEDNING.....	1
2 DEFINITIONER OCH SYMBOLER.....	1
2.1 Definitioner	1
2.2 Symboler.....	2
3 UNDERLAG FÖR PROJEKTERING	3
4 DIMENSIONERING AV FÖRANKRING ENLIGT EN 1997-1	3
4.1 Verifiering av gränstillstånd.....	3
4.2 Dimensioneringssätt	4
4.3 Grundekvationer enligt EN 1997-1	4
4.3.1 Brottgrens	4
4.3.2 Bruksgräns.....	4
4.4 Steg 1 - Dimensionerande laster från stödkonstruktion	4
4.5 Steg 2 -Val av förankring inklusive verifiering av STR.....	5
4.5.1 Verifiering av STR för stänger (ULS, ALS, SLS)	5
4.5.2 Verifiering av STR för linstag (ULS, ALS, SLS).....	6
4.5.3 Verifiering av STR vid provdragning	7
4.6 Steg 3 – Dimensionerande lasteffekt GEO	7
4.7 Steg 4 – Bestämning av provdragningslast	7
4.7.1 Temporär förankring i prekambrisk berggrund	7
4.7.2 Övriga förankringar	8
4.8 Steg 5 – Geoteknisk bärförmåga	8
4.8.1 Temporära förankringar i prekambrisk berggrund	8
4.8.2 Övriga förankringar.....	9
4.9 Dimensionering av förankringar vid upptryckning (UPL)	9
5 PROVBELASTNING	9
6 MATERIALKRAV	10
7 UPPFÖLJNING OCH KONTROLL	10
8 REFERENSER	10

1 Inledning

Förankringar används både som permanent och temporärt mothåll för lasteffekter verkande på stödmurar, sponter, slänter, tunnlar och konstruktioner som skall motstå uppträck genom att överföra draglaster till bakomliggande jord och bergformationer. Denna mångfald i användning ger svårigheter vid upprättande av tillämpningsdokumentet, som är applicerbart för samtliga tillämpningar.

Förankringar enligt kapitel 8 i SS-EN 1997-1 omfattar enbart förankringar med fri töjningslängd, som ibland men inte alltid förspänns. Vanligaste tillämpningen är bakåtförankrade stödkonstruktioner.

Dragpålar, jordspikar och bergbultar omfattas inte av kapitel 8 och omfattas därmed inte av detta tillämpningsdokument.

Detta dokument ger en vägledning avseende hur dimensionering av förankringar bör utföras för att uppfylla kraven enligt SS-EN 1997-1.

Frågor om korrosion och livslängd har inte behandlats i detta dokument utan hänvisning ges till EN 1997-1 och EN 1537.

2 Definitioner och symboler

2.1 Definitioner

Förankring (Anchorage)

Konstruktionselement med fri töjningslängd som kan förspännas, såväl temporära som permanenta, som överför kraft till en mothållande formation av berg eller jord.

Bergstag typ 1 (Rock anchor type 1)

Bergförankringar fastgjutna i svenskt urberg av prekambriskt ursprung.

Bergstag typ 2 (Rock anchor type 2)

Bergförankringar som inte omfattas av bergstag typ 1, dvs är installerade i övrigt berg inklusive krosszoner.

Jordstag (Soil anchor)

Förankringar installerad och förankrade i jord, så kallade jordstag.

Undersökningsprov (Investigation test)

Provbelastning för att verifiera den geotekniska bärförmågan vid brott hos en förankring i gränsskiktet mellan jord och förankringskropp samt för att bestämma förankringens egenskaper inom aktuellt belastningsintervall.

[KÄLLA: SS-EN 1537:2013, 3.1.16, översatt]

Lämplighetsprov (Suitability test)

Provbelastning för att bekräfta att dimensioneringen av en förankring ger tillräcklig kapacitet i de aktuella jordförhållandena.

[KÄLLA: SS-EN 1537:2013, 3.1.20, översatt]

Godkännandeprov (Acceptance test)

Provbelastning för att bekräfta att en enskild förankring uppfyller godkännandekraven.

[KÄLLA: SS-EN 1537:2013, 3.1.3, översatt]

Provningsmetod 1

Cyklisk provbelastning i drag där deformationen avläses vid varje laststeg
För godkännande prov utförs provbelastning enligt provningsmetod 1 i en lastcykel.

Provningsmetod 2

Cyklisk provbelastning i drag där lastförlust mäts vid maxlasten.

Provningsmetod 3

Stegvis provbelastning i drag där deformationerna avläses i varje laststeg med bibehållen last.

Utdragskapacitet

Brott definieras när krypvärdet, α är 2 mm. Den uppmätta utdragskapaciteten, R_a , erhålls vid brott. Den karakteristiska utdragskapaciteten R_{ak} definieras som det minsta uppmätta värdet av, R_a , för förankringarna inom testgruppen. Om krypvärdet, α inte överskrider 2 mm under provbelastningen så definieras karakteristiska utdragskapaciteten R_{ak} som maximal provdragningslast.

Grupp-effekt

Grupp-effekten ska kontrolleras i de fall det finns en risk att förankringskroppar i jord eller berg inkräktar på varandras lastupptagningszon. Detta ska göras i enlighet med SS-EN 1997 kapitel 8.

2.2 Symboler

$E_{ULS;d}$	Dimensionerande lasteffekt brottgräns
$E_{SLS;d}$	Dimensionerande lasteffekt bruksgräns
$E_{ALS;d}$	Dimensionerande lasteffekt bruksgräns
$E_{xxx;a;d}$	Dimensionerande lasteffekt för enskilt stag erhållen från analys stödkonstruktion. (XXX kan ersättas med ULS, ALS, SLS)
$F_{Serv;d}$	Dimensionerande värde på maximal förankringskraft, inklusive effekten av förspänningskraft och tillräckligt för att förhindra bruksgränstillstånd i den uppburna konstruktionen
$F_{Serv;k}$	Karaktäristiskt värde för maximal förankringskraft, inklusive effekten av förspänningskraft och tillräckligt för att förhindra bruksgränstillstånd i den uppburna konstruktionen (Brukslast)
$F_{ULS;d}$	Dimensionerande värde för den kraft som behövs för att undvika brottgränstillstånd i den uppburna konstruktionen. Maximal last med hänsyn till brott och olyckslast
$F_{tt,Rd}$	Dimensionerande strukturell bärförmåga för gänga på stålstaget i brottgräns
$F_{tg,Rd}$	Dimensionerande strukturell bärförmåga för stålstaget i brottgräns
$F_{t,Rd}$	Dimensionerande strukturell bärförmåga i bruksgräns
f_{uk}	Stålets karakteristiska brottlast
f_{yk}	Stålets karakteristiska sträcklast
P_p	Provdragningslast (kN)
P_a	Referenslast (kN) 10% av P_p , för noll-mätning av deformationer (temporär/permanent)
P_0	Låslast (kN)
P_c	Kryplast (kN)
R_m	Geoteknisk bärförmåga baserad på uppmätt kraft
$R_{ULS;d}$	Dimensionerande bärförmåga brottgräns
$R_{SLS;d}$	Dimensionerande bärförmåga i bruksgräns
$R_{ULS;ALS;t;d}$	Dimensionerande strukturell bärförmåga i brottgräns och vid olyckslast
$R_{SLS;t;d}$	Dimensionerande strukturell bärförmåga i bruksgräns

ΔP	Skillnad mellan provdragningslast och referenslast, positiv eller negativ
α	Lutningen på kurvan i ett diagram där krypdeformationen plottas mot logaritmen för tiden.
	$\alpha = (s_b - s_a) / \log\left(\frac{t_b}{t_a}\right)$
α_1	α vid provbelastning enligt testmetod 1
γ_{Serv}	Partialkoefficient för persistent och transienta dimensioneringssituationer

3 Underlag för projektering

Inför projektering av förankringar ska geotekniska undersökningar med tillräcklig omfattning genomföras i området. Omfattning och redovisning framgår av SS-EN 1997, samt TD Grunder respektive TD Dokumenthantering.

I de fall det är möjligt ska undersökningar utföras i den zon i marken där kraften ska överföras till jorden/berget.

4 Dimensionering av förankring enligt EN 1997-1

4.1 Verifiering av gränstillstånd

Alla de fyra angivna alternativen för verifiering av gränstillstånden enligt Eurokod kan användas. Den geotekniska bärförmågan ska dock verifieras genom godkännandeprovning av alla förankringar.

I Eurokoden behandlas förankringar som ett delkapitel. I verkligheten utgör förankringar en konstruktionsdetalj till stödkonstruktioner, bergtunnel, bankar/slänter och bottenplatta. Det dimensionerande värdet på förankringslasten är ett resultat av det dimensioneringssätt som använts. Det gör att det inte går att separera dimensionering av förankringar från dimensionering av huvudkonstruktionen. Detta gäller även val av geoteknisk kategori som är kopplad till den konstruktion som förankringen är en del av.

De gränstillstånd som ska verifieras enligt SS-EN 1997, kapitel 8 är följande:

- konstruktivt brott i staget eller infästning
- brott i sammanfogningen mellan staget och den mothållande konstruktionen i marken
- förlust av ankarkraft till följd av krypning
- brott/stora deformationer i delar av den förankrade konstruktionen på grund av påförd förankringskraft
- förlust av totalstabilitet i den stöttande marken och i stödkonstruktionen
- gränstillstånd i stöttade eller intilliggande konstruktioner, inklusive dem som beror på förspänningskrafter
- instabilitet eller för stor deformation i markområdet dit dragkrafter från en grupp förankringar ska överföras
- brott vid gränsytan mellan det mothållande elementet och marken

Notera att gränstillstånden ska verifieras var för sig och i de fall det är relevant tillsammans.

Vid injekterade förankringar ska dessutom följande gränstillstånd verifieras var för sig och tillsammans.

- brott i gränsytan mellan injekteringsbruk och mark
- brott i kontaktytan mellan stag, inkapsling och injekteringsbruk
- brott i sammanfogningen mellan stag och injekteringsbruk

4.2 Dimensioneringsätt

Det dimensionerande värdet på lasteffekten, E_d , för förankringen ska bestämmas från dimensioneringen av konstruktionen som det maximala värdet av den kraft i brott- eller bruksgränstillståndet som uppkommer av den stöttade konstruktionen.

Förankringar ska enligt den svenska nationella bilagan dimensioneras enligt dimensioneringsätt 3, DA3.

Det betyder att kombination (A1 eller A2) + M2 + R3 skall gälla för gränstillstånden STR/GEO.

4.3 Grundekvationer enligt EN 1997-1

4.3.1 Brottgräns

I brottgräns gäller att dimensionerande bärförmåga ska vara större än den dimensionerande lasteffekten enligt följande ekvation (EN 1997-1 ekvation 8.1):

$$E_{ULS;d} \leq R_{ULS;d} \quad (1)$$

Där den dimensionerande lasteffekten är det största värdet av den dimensionerande kraften i brottgräns med hänsyn till olyckslast samt bruksgränslasten med hänsyn tagen till förspänningskraft (låseffekt).

$$E_{ULS;d} = \max(F_{ULS;d}, F_{Serv;d}) \quad (2)$$

Brukslast med hänsyn till eventuell låslast bestäms enligt ekvation 3

$$F_{Serv;d} = \gamma_{Serv} \times F_{Serv;k} \quad (3)$$

Partialkoefficienten för persistent och transienta dimensioneringssituationer erhålls från den nationella bilagan Tabell A.18. Då inget nationellt val har gjorts, så är γ_{Serv} 1,35.

För förankrade stödkonstruktioner definieras ett lastfall som anger att ett ankare vilket som helst kan ramla bort utan att konstruktionen skall gå till brott, se tillämpningsdokument stödkonstruktioner kapitel 4.2. Lastfallet är av typ olyckslast, detta ska beaktas i ekvation (2).

4.3.2 Bruksgräns

I bruksgräns så gäller följande ekvation

$$F_{Serv;k} \leq R_{SLS;d} \quad (4)$$

Normalt så kontrolleras inte detta gränstillstånd, utan förutsätts vara uppfyllt genom den provning av samtliga förankringar som sker för att verifiera brottgräns.

4.4 Steg 1 - Dimensionerande laster från stödkonstruktion

Förankringar används ofta för att stabilisera stödkonstruktioner. Underlag för att kunna bestämma de dimensionerande lasteffekterna för förankringen erhålls från jordtrycksberäkning. Den upplagsreaktion som beräknas utgör det dimensionerande värdet för förankringslasten.

Linjelasten, q , för hammarbandet bestäms för följande tre fall:

- brott
- olyckslast (beräknas genom omfördelning av last till intilliggande stag vid stagbortfall)
- bruksgräns med hänsyn till förspänning enligt Sponthandboken T18:1996 kapitel 4.2.3 och 4.2.4.

Jordtrycket på sponten beräknas med hjälp av dimensionerande materialparametrar.

Belastningen av respektive stag bestäms med hänsyn till staglutning, stagbortfall och centrumavstånd mellan stagen.

Belastningen av respektive stag beräknas för brott, olycksfall och bruksgräns.

Följande dimensionerande laster erhålls från analysen:

$N_{Sd,ULS}$ förankringens brottlast
 $N_{Sd,ALS}$ förankringens olyckslast (stagbortfall)
 $N_{Sd,SLS}$ förankringens brukslast

4.5 Steg 2 -Val av förankring inklusive verifiering av STR

Dimensionerande lasteffekt

Dimensionerande lasteffekt för stagen bestäms med ekvation 6.10a eller 6.10b för konstruktionslaster och ekvation 6.10 för geotekniska laster. (SS-EN 1990)

Jordtryck är en geoteknisk last så i normalfallet blir ekvation 6.10 styrande.

$$E_d = \gamma_d \cdot 1,1 \cdot G_{kj, \text{sup}} + \gamma_d \cdot 1,4 \cdot Q_{k,1} + \sum_{i=2,n} \gamma_d \cdot 1,4 \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (5)$$

Det innebär att den dimensionerande lasteffekten i säkerhetsklass 2 blir:

$$E_{ULS;a;d} = N_{Sd,ULS}$$
$$E_{ALS;a;d} = N_{Sd,ALS}$$
$$E_{SLS;a;d} = N_{Sd,SLS}$$

Karateristisk sträck- och brottlast

Karateristisk sträck- och brottlast beräknas utifrån stålets flyt- och sträckgräns med tillhörande tvärsnittsarea.

4.5.1 Verifiering av STR för stänger (ULS, ALS, SLS)

Kapacitet gänga

För stänger gäller att för den gängade delen av stängen så beräknas tillgänglig strukturell bärförmåga enligt villkor i SS-EN 1993-5 (ekvation 7.1):

$$F_{tt,Rd} = k_t \frac{f_u \times A_s}{\gamma_{M2}} \quad (6)$$

A_s är spänningsarean för den gängade delen
 f_u är brottdraghållfasthet för stålet i förankringsstången
 k_t om ingen särskild hänsyn har tagits till lastpåverkningarna som kan orsaka böjning förankringsstången rekommenderas värdet $k_t = 0,6$.
Om förankringsstångens anslutning mot sponten utformas så att böjning av förankringsstången undviks kan det rekommenderade värdet sättas till $k_t = 0,9$.
 γ_{M2} partialkoefficient som har värdet 1,2 för ULS och 1.0 för ALS

Kapacitet stång

För stänger gäller även att tillgänglig strukturell bärförmåga begränsas av följande villkor i SS-EN 1993-5 (ekvation 7.2).

$$F_{tg,Rd} = \frac{f_y \times A_g}{\gamma_{M0}} \quad (7)$$

A_g är bruttoarean för förankringsstångens tvärsnitt
 f_y är flytgränsen för stålet i förankringsstången
 γ_{M0} partialkoefficient som har värdet 1,0 vid både ULS och ALS

Tillgänglig strukturell bärförmåga ULS och ALS

Dimensionerande strukturell bärförmåga för valt stag bestäms som

$$R_{ULS;ALS;t;d} = \min(F_{tg,Rd}, F_{tt,Rd}) \quad (8)$$

Kapacitet i bruksgräns

För bruksgräns gäller följande ekvation

$$F_{t,Rd} = \frac{f_y \times A_s}{\gamma_{Mt,ser}} \quad (9)$$

A_s är den mindre av spänningsarean för den gängade delen av förankringsstången respektive förankringsstångens nettoarea
 f_y är flytgränsen för stålet i förankringsstången
 $\gamma_{Mt,ser}$ partialkoefficient som har värdet 1,0 enligt nationell bilaga

Dimensionerande strukturell bärförmåga för valt stag bestäms som

$$R_{SLS;t;d} = F_{t,Rd} \quad (10)$$

Krav strukturell bärförmåga ULS, ALS och SLS

Kraven som ska vara uppfyllda är att

För brottgräns $R_{ULS;t;d} > E_{ULS;a;d}$

För olyckslast $R_{ALS;t;d} > E_{ALS;a;d}$

För bruksgräns $R_{SLS;t;d} > E_{SLS;a;d}$

4.5.2 Verifiering av STR för linstag (ULS, ALS, SLS)

För linstag så ska motsvarande villkor hämtas från SS-EN 1992-1-1, Betong.

För brottgräns och olyckslast

$$R_{ULS;t;d} = R_{ALS;t;d} = \frac{f_{p0,1k} \times A_s}{\gamma_s} \quad (11)$$

$f_{p0,1k}$ karakteristiskt värde på hållfastheten vid töjningen 0,1 %
 A_s linstagets spänningsarea
 γ_s partialkoefficient för brott i material vid varaktiga/tillfälliga situationer respektive olyckslast återfinns i nationell bilaga.

För bruksgräns

$$R_{SLS;t;d} = \frac{f_{p0,1k} \times A_s}{\gamma_{SLS}} \quad (12)$$

$f_{p0,1k}$ karakteristiskt värde på hållfastheten vid töjningen 0,1 %
 A_s linstagets spänningsarea
 γ_{SLS} partialkoefficient bruksgräns återfinns i nationell bilaga.

Krav på strukturell bärförmåga

Kraven som ska vara uppfyllda är att

För brottgräns $R_{ULS;t;d} > E_{ULS;a;d}$

För olyckslast $R_{ALS;t;d} > E_{ALS;a;d}$

För bruksgräns $R_{SLS;t;d} > E_{SLS;a;d}$

Partialkoefficienter väljs i enlighet med nationell bilaga.

4.5.3 Verifiering av STR vid provdragning

I samband med provbelastning av förankringen måste den maximalt tillåtna belastningen bestämmas med hänsyn till STR. Detta görs enligt SS-EN 1992-1-1 Betong.

Den maximala lasten i förankringen vid provdragningen får inte överskrida följande värde

$$P_{max} = A_p \times \sigma_{p,max} \quad (13)$$

där

$$\sigma_{p,max} = \min(k_1 \times f_{p,k}, k_2 \times f_{p0,1k})$$

A_p är spännehetens tvärsnittsarea

$\sigma_{p,max}$ är den maximala spänning som påförs spänneheten

$f_{p,k}$ karakteristiskt värde maximala axiell dragkraft motsvarande brottdraghållfasthet f_{uk}

$f_{p0,1k}$ karakteristiskt värde på hållfastheten vid töjningen 0,1, motsvarar flytspänning f_{yk}

Rekommenderade värden $k_1=0,8$ och för $k_2=0,9$

4.6 Steg 3 – Dimensionerande lasteffekt GEO

Den dimensionerande lasteffekt för GEO, den lasteffekt som förankringarnas geotekniska bärförmåga ska kunna ta upp, beräknas enligt ekvation 8.2 i EN 1997-1. Dimensionerande lasteffekt är det största värdet av stagets brottlast (med hänsyn till olyckslast) respektive brukslasten (beräknad enligt ekvation 8.3).

$$E_{ULS;d} = \max(F_{ULS;d}, F_{Serv;d}) \quad (14)$$

$$F_{ULS;d} = \max(E_{ULS;a;d}, E_{ALS;a;d}) \quad (15)$$

Karakteristisk last för bruksgräns $F_{serv,k}$ ansätts till lasteffekten av brukslasten med hänsyn tagen till låslast. För att få det dimensionerande värdet så appliceras partialkoefficient enligt tabell A.18 i EN 1997-1.

$$F_{serv,d} = F_{serv,k} \times 1,35 \quad (16)$$

4.7 Steg 4 – Bestämning av provdragningslast

4.7.1 Temporär förankring i prekambrisk berggrund

För temporära förankringar installerade i prekambrisk berggrund krävs inga undersöknings- eller lämplighetprovningar.

Provdagningslasten, P_p , för temporära förankringar installerade i prekambrisk berggrund bestäms som

$$P_p \geq \gamma_{a;acc;ULS} \times E_{ULS;d} \quad (17)$$

Partialkoefficienten $\gamma_{a;acc;ULS}$ återfinns i tabell A.20 i EN 1997-1.

I Sverige har värdet satts till 1,05. Detta utifrån att samtliga stag provbelastas och den osäkerhet som partialkoefficienten därmed ska ta hänsyn till endast är relaterad till mätutrustningens noggrannheten.

Notera att i princip är ingen krypning tillåten i samband med provdragningen vid laster mindre eller lika med P_p .

4.7.2 Övriga förankringar

Undersöknings- och lämplighetsprovning

För övriga förankringar krävs minst 3 undersökningsprov och/eller lämplighetsprover i respektive aktuell geologisk formation.

Provdraagningslasten vid undersöknings/lämplighetsprovning bestäms enligt följande:

$$P_p \geq \xi_{ULS} \times \gamma_{a;ULS} \times E_{ULS;d} \quad (18)$$

Tabell A.20 i EN 1997-1 ger att ξ_{ULS} är 1.0 för provningsmetod 1.

Tabell A.19 i EN 1997-1 ger att $\gamma_{a;ULS}$ är 1.0 för DA3.

Godkännandeprovning

Provdraagningslasten för brottgräns bestäms enligt samma ekvation som för temporära förankringar.

$$P_p \geq \gamma_{a;acc;ULS} \times E_{ULS;d} \quad (19)$$

Godkännandeprovning för bruksgräns

Den testmetod som används i Sverige (provningsmetod 1 enligt SS 27104) kräver inte utvärdering av den geotekniska bärförmågan i bruksgräns med provbelastning.

För vissa tillämpningar kan det dock vara lämpligt att även överväga denna verifiering. Tillfällen där detta kan vara motiverat är avancerade tillämpningar, specialfall med spont med yttre vattentryck, GK3, cyklisk belastning eller FEM analyser.

4.8 Steg 5 – Geoteknisk bärförmåga

4.8.1 Temporära förankringar i prekambrisk berggrund

Den geotekniska bärförmågan för temporära förankringar i prekambrisk berggrund utvärderas ur provbelastningsresultaten enligt följande;

$$R_{ULS,k} = \frac{(R_{ULS,m})_{min}}{\xi_{ULS}} \quad (21)$$

där

$R_{ULS,m}$ motsvarar provdraagningslasten P_p under förutsättning att lasten har verifierats enligt tabell A.20 är värdet 1.0, under förutsättning att godkännande provningen har utförts på samtliga förankringar och att provdraagningslasten har verifierats.

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga erhålls enligt:

$$R_{ULS,d} = \frac{R_{ULS,k}}{\gamma_{a;ULS}} \quad (22)$$

Partialkoefficienten för brottgräns; $\gamma_{a;ULS}$ erhålls ur tabell A.19 i EN 1997.
För DA3 appliceras ingen säkerhet på bärförmågan utan värdet ansätts 1.0.

4.8.2 Övriga förankringar

Den geotekniska bärförmågan för övriga förankringar utvärderas på motsvarande sätt ur provbelastningsresultaten enligt följande;

$$R_{ULS,k} = \frac{(R_{ULS,m})_{min}}{\xi_{ULS}} \quad (23)$$

Skillnaden är att i detta fall är $R_{ULS,m}$ det minsta värdet av provdragningslast P_p och den last som uppnås utan att krympningen blir större än tillåten. Tillåtet värde på α är 2 mm.

En kontroll ska göras att rörelsen vid brukslasten inte överskrider $0,01 \Delta_e$.

$$\Delta e = \frac{F_{serv,k} \times \text{fri längd}}{\text{förankringsarea} \times E\text{-modul av förankring}} \quad (24)$$

Även i detta fall erhålls den dimensionerande geotekniska bärförmågan enligt:

$$R_{ULS,d} = \frac{R_{ULS,k}}{\gamma_{a;ULS}} \quad (25)$$

4.9 Dimensionering av förankringar vid upptryckning (UPL)

Det som i avsnitt 4.4. till 4.8 har beskrivits gäller även för verifiering av förankringar i gränstillståndet upptryckning UPL. Det som skiljer är att det är andra partialkoefficienter som ska tillämpas.

Partialkoefficienten som appliceras på bärförmågan enligt tabell A.19, $\gamma_{a;ULS}$, är 1,4 för UPL.

Partialkoefficienten som appliceras för att erhålla provdragningslasten för att verifiera UPL, vid godkännandeprovning, $\gamma_{a;acc,ULS}$, bör sättas till ett högre värde än 1,05.

5 Provbekastning

Tre olika typer av provbelastningar finns beskrivna i EN 1997 samt tillhörande provningsstandard (SS 27104).

Undersökningsprovning (investigation test) är tänkt som en provning som utförs i ett tidigt skede för att undersöka om de aktuella geotekniska förutsättningarna är lämpliga för den tänkta typen av förankringar. Kan vara ett underlag till förfrågningsunderlaget.

Lämplighetsprovning (suitability test) är tänkt att utföras i ett tidigt skede av entreprenaden. Principen är att verifiera att vald förankring fungerar i de aktuella geotekniska förutsättningarna. Omfattningen styrs av hur omfattande undersökningsprovningen är.

Godkännandeprovning (acceptance test) ska utföras på samtliga förankringar för att verifiera att en geoteknisk bärförmåga motsvarande provdragningslasten kan mobiliseras för samtliga förankringar i konstruktionen.

Provbekastning ska utföras och dokumenteras enligt SS 27104.

6 Materialkrav

Det finns en utförandestandard för förankringar EN 1537:2013 där krav på utförande och material återfinns. Se även EN 1993-1-11:2005 "Dragna Stålkonstruktioner".

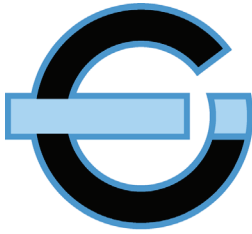
7 Uppföljning och kontroll

Det finns en speciell standard för utförande EN 1537:2013. I dessa finns krav på uppföljning och kontroll.

8 Referenser

Följande handlingar har studerats i tillämpliga delar:

- [1] EN 1997-1
- [2] SS 27104 Testing of anchorages
- [3] EN1537:2013. Execution of special geotechnical works-Ground anchors
- [4] EN 1993-1-11:2005 "Dragna Stålkonstruktioner".
- [5] Sponthandboken 1996
- [6] IEG Tillämpningsdokument för stödkonstruktioner, bergtunnlar och upptryck.



Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik

IEG

IEG är en ideell förening, under ingenjörsvetenskapsakademins, IVA, hägn, som har till uppgift att initiera, samordna och utföra arbete som krävs för implementering av Europastandarder inom Geoteknikområdet, vilka inom de närmaste åren enligt EU-direktiv och lagen om offentlig upphandling kommer att ersätta och komplettera stora delar av dagens svenska geotekniska regelverk. Syftet är också att säkerställa att det tas fram nödvändiga hjälpmedel i form av anpassade tillämpningsdokument o. dyl.

Utgivna rapporter

- 1:2005 Eurokoder och Europastandarder. Vad kan man skriva i Nationella Tillämpningsregler till olika Geotekniska Standarder?
 - 1:2006 Sammanställning av standarder och närliggande dokument
 - 2:2006 EN 1997-1, Grunder, Fas 1
 - 3:2006 EN 1997-1 Kapitel 6, Plattgrundläggning, Fas 1
 - 4:2006 EN 1997-1 Kapitel 8–9, Stödkonstruktioner, Fas 1
 - 5:2006 Bergtunnel
 - 6:2006 EN 1997-1 Kapitel 7, Pålgrundläggning, Fas 1
 - 7:2006 EN 1997-1, Grunder, Fas 2
 - 8:2006 EN 1997-1 Kapitel 6, Plattgrundläggning, Fas 2
 - 9:2006 Fältmetoder dynamisk sondering, Fas 1
 - 10:2006 EN 1997-1, Geoteknisk data, Fas 1
 - 11:2006 Stödkonstruktioner, Betaberäkningar
 - 1:2007 EN 1997-1, kapitel 10 och 11, Slänter och bankar, Fas 1
 - 2:2007 Geoteknisk kategori
 - 3:2007 Fältmetoder dynamisk sondering, underlag nationell bilaga
 - 4:2007 EN 1997-1, kapitel 10 och 11, Slänter och bankar, Fas 2
 - 5:2007 Hantering av geoteknisk data
 - 6:2007 EN 1997-1 Kapitel 7, Pålgrundläggning, Fas 2
 - 7:2007 Konsekvens analys EN 1997-2
 - 1:2008 EN 14688 Klassificering
 - 2:2008 Tillämpningsdokument - Grunder EN 1997
 - 3:2008 Bergtunnel, fas 2
 - 4:2008 Tillämpningsdokument – Dokumenthantering
 - 5:2008 EN 22475-1 Provtagning och grundvattenmätning
 - 6:2008 Tillämpningsdokument – EN 1997-1 kapitel 10 och 11, Slänter och bankar
 - 7:2008 Tillämpningsdokument – EN 1997-1 kapitel 6, Plattgrundläggning
 - 8:2008 Tillämpningsdokument – En 1997-1 kapitel 7, Pålgrundläggning
 - 1:2009 EN 1997-1 Kapitel 8, Stödkonstruktioner, Fas 2
 - 2:2009 Tillämpningsdokument – EN 1997-1 kapitel 8 stödkonstruktioner
 - 3:2009 Vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapport 3:95 och 2:96 i enlighet med Eurokod. Fas 1
Frågeställningar
 - 1:2010 EN 1997-2, Marktekniska undersökningar i fält och laboratorie – fas 2 konsekvensanalys
 - 2:2010 Rapportering av geotekniska fältundersökningar (jord) – omfattning och fältprotokoll
 - 3:2010 Klassificering (jord) enligt SS-EN ISO 14688-1 och 2. Konsekvenser och förslag till åtgärder
 - 4:2010 Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar.
Vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapporter 3:95 och 2:96
 - 5:2010 Tillämpningsdokument Bergtunnel och Berggrum
 - 6:2010 Observationsmetoden i geoteknik fas 1 och fas 2
 - 7:2010 Tillämpningsdokument Ankare EN 1997-1 kapitel 8
 - 8:2010 Tillämpningsdokument hantering av vatten
 - 9:2010 Tillämpningsdokument observationsmetoden inom geotekniken
 - 10:2010 Tillämpningsdokument EN 1997-2, Marktekniska undersökningar i fält och laboratorie
 - 11:2010 Tillämpningsdokument Stödmur
 - 12:2010 Tillämpningsdokument SS-EN/ISO 14688-1 – Identifiering och beskrivning
 - 13:2010 Tillämpningsdokument SS-EN/ISO 14688-2 - Klassificering
-