

# **DS/EN 1997-1 DK NA:2015**

## **Nationalt anneks til**

### **Eurocode 7: Geoteknik – Del 1: Generelle regler**

---

#### **Forord**

Dette nationale anneks (NA) er en revision af DS/EN 1997-1 DK NA:2013 og erstatter dette fra 2015-12-15. I en overgangsperiode til 2016-02-01 kan såvel dette som det tidligere nationale anneks anvendes.

Dette nationale anneks indeholder ændringer som konsekvens af udgivelsen af DS/EN 1997-1/A1:2014, som omfatter et helt nyt kapitel 8 om ankre. Dette har betydet ændring af anneks A.3 og A.4 samt et nyt anneks A.6, der fejlagtigt er angivet som en ændring til A.5. Det hidtidige supplerende (ikke-modstridende) nationale anneks A.6 er omdøbt til A.7 og revideret. Hvor der i DS/EN 1997-1/A1:2014 er henvist til EN ISO 2247-5, benyttes i stedet DS 1537:2014, indtil der foreligger en endelig version af EN ISO 22477-5. I forbindelse med det nye anneks A.6 er der samtidig foretaget en redigering af punkterne vedr. gruppevirkning af trækelementer i A.4 i det nationale anneks.

I nærværende revision er endvidere indført en konkretisering af bæreevneformlerne i anneks D i det nationale anneks samt en kvantificering af kriteriet for spidsmodstand for pæle i moræneler i anneks L i det nationale anneks.

Tidligere udgaver, tillæg og oversigt over samtlige udarbejdede NA'er kan findes på [www.euro-codes.dk](http://www.euro-codes.dk).

Dette NA fastsætter betingelserne for implementeringen i Danmark af DS/EN 1997-1, for byggeri efter byggeloven eller byggelovgivningen og anlægskonstruktioner henhørende under Vejdirektoratets vejregler og Banedanmarks banenormer. Andre parter kan sætte dette NA i kraft med en henvisning hertil.

De nationale valg kan være i form af nationalt gældende værdier, valg mellem flere metoder i eurocoden eller tilføjelse af supplerende vejledning.

I dette nationale anneks er angivet:

- Nationale valg samt oversigt over samtlige punkter, hvor der kan foretages nationale valg
- Beskrivelse af nationale valg
- Supplerende, ikke-modstridende information, som kan være til hjælp for brugeren af eurocoden.

## Nationale valg samt oversigt over samtlige punkter, hvor der kan foretages nationale valg

Punkt	Emne	Valg
2.1(8)P	<b>Projekteringskrav</b> Måden, hvorpå disse minimumkrav er overholdt, kan være angivet i det nationale anneks.	De nationale minimumkrav er angivet i nationalt anneks D, K og L.
2.4.6.1(4)P	<b>Regningsmæssige værdier for laster</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.2, A.3 og A.4.
2.4.6.2(2)P	<b>Regningsmæssige værdier af geotekniske parametre</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.2, A.3 og A.4.
2.4.7.1(2)P	<b>Brudgrænsetilstande - Generelt</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.2, A.3.1 og A.4.
2.4.7.1(3)	<b>Brudgrænsetilstande - Generelt</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.6.
2.4.7.1(4)	<b>Brudgrænsetilstande - Generelt</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.2, A.3.1 og A.4.
2.4.7.1(5)	<b>Brudgrænsetilstande - Generelt</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3.1.

Punkt	Emne	Valg
2.4.7.1(6)	<b>Brudgrænsetilstande - Generelt</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3.1.
2.4.7.2(2)P	<b>Eftervisning af statisk ligevægt (EQU)</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.2.
2.4.7.3.2(3)P	<b>Regningsmæssige lastvirkninger</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3.1.
2.4.7.3.3(2)P	<b>Regningsmæssig modstand</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3.1.
2.4.7.3.4.1(P)	<b>Dimensioneringsmetoder - Generelt</b> NOTE 1 - Anvendelsesmåden af ligning (2.6) og (2.7) og den bestemte dimensioneringsmetode, der skal anvendes, kan være angivet i det nationale anneks.	NOTE 1 - Anvendelsesmåden af ligning (2.6) og (2.7) refererer i DK til dimensioneringsmetode 3.
2.4.7.4(2)	<b>Eftervisningsprocedure og partialkoefficienter for løftning</b>  (2) Supplerende modstand mod løftning kan også behandles som en stabiliserende, permanent lodret last ( $G_{stb;d}$ )  Punktet svarer til indholdet i 10.2(2)P, som er ændret i rettelsesblad DS/EN 1997-1/AC:2010, og bør derfor lyde:  (2) Hvis det er tilladt ifølge det nationale anneks, kan modstand mod løftning i form af friktions- eller forankringskræfter også behandles som en stabiliserende permanent lodret last ( $G_{stb;d}$ )	Det er ikke tilladt at behandle modstand mod løftning i form af friktions- eller forankringskræfter som en stabiliserende, permanent lodret last ( $G_{stb;d}$ ).
2.4.7.4(3)P	<b>Eftervisningsprocedure og partialkoefficienter for løftning</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.4.

Punkt	Emne	Valg
2.4.7.5(2)P	<b>Eftervisning af modstand mod brud på grund af strømning i jord (HYD)</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.5.
2.4.8(2)	<b>Anvendelsesgrænsetilstande</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.6.
2.4.9(1)P	<b>Grænseværdier for fundamentsbevægelser</b> De tilladte fundamentsbevægelser kan være angivet i det nationale anneks.	De tilladte fundamentsbevægelser er angivet i anneks H og i det nationale tillæg til anneks H.
2.5(1)	<b>Dimensionering ud fra erfaringsregler</b> I det nationale anneks kan der være refereret til sådanne konventionelle og generelt konservative regler.	Konventionelle og generelt konservative regler er angivet i nationalt anneks D, K og L.
7.6.2.2(8)P	<b>Brudbæreevne baseret på statiske belastningsforsøg</b> Værdierne af korrelationsfaktorerne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af korrelationsfaktorerne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3.2.
7.6.2.2(14)P	<b>Brudbæreevne baseret på statiske belastningsforsøg</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3.1.
7.6.2.3(4)P	<b>Brudbæreevne baseret på jordparametre</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3.1.
7.6.2.3(5)P	<b>Brudbæreevne baseret på jordparametre</b> Værdierne af korrelationsfaktorerne kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne af korrelationsfaktorerne er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3.2.

Punkt	Emne	Valg
7.6.2.3(8)	<b>Brudbæreevne baseret på jordparametre</b> Hvis denne alternative fremgangsmåde benyttes, kan det være nødvendigt at rette de i annekst A anbefalede værdier af partialkoefficienterne $\gamma_b$ og $\gamma_s$ med en modelfaktor større end 1,0. Værdien af model faktoren kan være angivet i det nationale annekst.	Angivelserne er ikke gældende i DK.
7.6.2.4(4)P	<b>Brudbæreevne baseret på dynamisk prøvebelastning</b> Værdierne af partialkoefficienten og korrelationsfaktorer kan være angivet i det nationale annekst.	Værdier af partialkoefficienten og korrelationsfaktorer er angivet i nationalt annekst A, afsnit A.3.1 og A.3.2.
7.6.3.2(2)P	<b>Trækbæreevne baseret på pælebelastningsforsøg</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale annekst.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt annekst A, afsnit A.3.1.
7.6.3.2(5)P	<b>Trækbæreevne baseret på pælebelastningsforsøg</b> Værdierne af korrelationsfaktorerne kan være angivet i det nationale annekst.	Værdierne af korrelationsfaktorerne er angivet i nationalt annekst A, afsnit A.3.2.
7.6.3.3(3)P	<b>Trækbæreevne baseret på jordparametre</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale annekst.	Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt annekst A, afsnit A.3.1.
7.6.3.3(4)P	<b>Trækbæreevne baseret på jordparametre</b> Værdierne af korrelationsfaktorerne kan være angivet i det nationale annekst.	Værdierne af korrelationsfaktorerne er angivet i nationalt annekst A, afsnit A.3.2.
7.6.3.3(6)	<b>Trækbæreevne baseret på jordparametre</b> Hvis denne alternative fremgangsmåde benyttes, kan det være nødvendigt at rette den i annekst A anbefalede værdi af partialkoefficienten $\gamma_{s,t}$ med en modelfaktor større end 1,0. Værdien af model faktoren kan være angivet i det nationale annekst.	Modelfaktoren er i DK 1,0, når den analytiske metode til bæreevnebestemmelse i nationalt annekst L lægges til grund for beregningen.



Punkt	Emne	Valg
8.4(6)P	<b>Dimensionerings- og udførelshensyn</b> Metoden til bestemmelse af den nødvendige frie længde kan være angivet i det nationale anneks.	For UPL er i nationalt anneks A, afsnit A.4(10)P og NOTE hertil angivet krav og vejledning til bestemmelse af den frie længde.
8.4(7)P	<b>Dimensionerings- og udførelshensyn</b> Kriterierne for, hvornår det er nødvendigt at kontrollere gruppevirkningen, kan være angivet i det nationale anneks.	Kriterierne for kontrol af gruppevirkningen er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.4, pkt. (8)P og (9)P. Kravene til gruppeprøvning er anført i DS 1537:2014, G.3.4.
8.5.1(1)P NOTE 1	<b>Dimensionering af grænsetilstande for ankre - Generelt</b> Værdien af $\gamma_{serv}$ kan være angivet i det nationale anneks.	Værdien af $\gamma_{serv}$ er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.6, tabel A.6-1
8.5.1(1)P NOTE 3	<b>Dimensionering af grænsetilstande for ankre – Generelt</b> Det forudsættes i kapitel 8, at alle partialkoefficienter og korrelationsfaktorer for anvendelsesgrænsetilstande er 1, medmindre der specifikt indgår symboler. Værdier for yderligere partialkoefficienter og korrelationsfaktorer for anvendelsesgrænsetilstande kan være angivet i det nationale anneks.	Værdierne for partialkoefficienter og korrelationsfaktorer i anvendelsesgrænsetilstanden og ulykkesgrænsetilstanden er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.7.
8.5.1(2)P NOTE 1	<b>Dimensionering af grænsetilstande for ankre – Generelt</b> Det nationale anneks kan angive, om en separat vurdering af ankerets anvendelsesgrænsetilstand er nødvendig.	En separat vurdering af ankerets anvendelsesgrænsetilstand er ikke påkrævet, da godkendelsesprøvningen relateres til $E_{ULS;d}$ , jf. (8.13), hvorfor effekten af forspænding i anvendelsestilstanden er dækket ind.
8.5.1(2)P NOTE 2	<b>Dimensionering af grænsetilstande for ankre – Generelt</b> Det nationale anneks kan anføre, om eftervisning af brudgrænsetilstanden og anvendelsesgrænsetilstanden skal foretages hver for sig eller ved en kombineret fremgangsmåde.	Godkendelsesprøvningen relateres til $E_{ULS;d}$ , jf. (8.13), hvorfor effekten af forspænding i anvendelsestilstanden er dækket ind.

Punkt	Emne	Valg
8.5.2(1)P	<p><b>Geoteknisk modstandsevne i brudgrænsetilstanden</b></p> <p>Den anvendte testmetode til bestemmelse af den målte modstandsevne og antallet af forsøg <math>n</math> kan være angivet i det nationale anneks.</p>	Den anvendte testmetode og antallet af forsøg $n$ er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.6, tabel A.6-2 NA.
8.5.2(2)P	<p><b>Geoteknisk modstandsevne i brudgrænsetilstanden</b></p> <p>Grænseværdien for krybetallet (<math>\alpha_{ULS}</math>) eller lasttabet (<math>k_{t;ULS}</math>) kan være angivet i det nationale anneks, som kan specificere, at asymptoten til kurven for krybetal versus last bør anvendes i stedet for en specificeret værdi af <math>\alpha_{ULS}</math>. anbefalede værdier for vedvarende og midlertidige tilstande er anført i tabel A.21.</p>	Definition af brud og grænseværdier for krybetal er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.6, tabel A.6-3 NA.
8.5.2(3)P NOTE 1	<p><b>Geoteknisk modstandsevne i brudgrænsetilstanden</b></p> <p>Værdien af korrelationsfaktoren <math>\xi_{ULS}</math> kan være angivet i det nationale anneks. anbefalede værdier for vedvarende og midlertidige tilstande er anført i tabel A.20.</p>	Værdien af korrelationsfaktoren $\xi_{ULS}$ er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.6, tabel A.6-2 NA.
8.5.2(3)P NOTE 2	<p><b>Geoteknisk modstandsevne i brudgrænsetilstanden</b></p> <p>Det mindste antal princip- og egnethedsforsøg <math>n</math>, der skal udføres for at bestemme <math>(R_{ULS;m})_{min}</math>, kan være angivet i det nationale anneks. anbefalede værdier for vedvarende og midlertidige tilstande er anført i tabel A.20.</p>	Det mindste antal princip- og egnethedsforsøg, der skal udføres for at bestemme $(R_{ULS;m})_{min}$ , er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.6, tabel A.6-2 NA.
8.5.2(5)P	<p><b>Geoteknisk modstandsevne i brudgrænsetilstanden</b></p> <p>Værdien af partialkoefficienten <math>\gamma_{a;ULS}</math> kan være angivet i det nationale anneks. anbefalede værdier for vedvarende og midlertidige tilstande er anført i tabel A.19.</p>	Værdien af partialkoefficienten $\gamma_{a;ULS}$ for vedvarende og midlertidige tilstande er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3 tabel A.3-2 NA for GEO og afsnit A.4, tabel A.4-1 NA og tabel A.4-2 NA for UPL.



Punkt	Emne	Valg
8.5.3(1)P	<b>Geoteknisk modstandsevne i anvendelsesgrænsetilstanden</b> Den anvendte metode til bestemmelse af den målte modstandsevne og antallet af forsøg $n$ kan være angivet i det nationale anneks.	Metoden til at bestemme $P_c$ er angivet i DS 1537:2014, anneks G.2, men der er ikke krav herom.
8.5.3(2)P	<b>Geoteknisk modstandsevne i anvendelsesgrænsetilstanden</b> Værdien af krybetallet ( $\alpha_{SLS}$ ), belastningstabt ( $k_{i;SLS}$ ) eller $P_c$ kan være angivet i det nationale anneks. anbefalede værdier er anført i tabel A.21.	Der er ikke angivet nogen værdi for krybetallet ( $\alpha_{SLS}$ ), belastningstabt ( $k_{i;SLS}$ ) eller $P_c$ i nationalt anneks, da testmetode 1 skal benyttes, jf. DS 1537:2014.
8.5.3(3)P	<b>Geoteknisk modstandsevne i anvendelsesgrænsetilstanden</b> Det mindste antal princip- og egnethedsforsøg $n$ , der skal udføres for at bestemme $(R_{SLS;m})_{min}$ , kan være angivet i det nationale anneks. anbefalede værdier er anført i tabel A.20.	Der er ikke krav om bestemmelse af $(R_{SLS;m})_{min}$ .
8.5.3(4)P	<b>Geoteknisk modstandsevne i anvendelsesgrænsetilstanden</b> Værdien af partialkoefficienten $\gamma_{a;SLS}$ kan være angivet i det nationale anneks. De anbefalede værdier er anført i tabel A.20.	$\gamma_{a;SLS}$ er ikke relevant, da testmetode 1 skal benyttes.
8.6.2(2)P NOTE 1	<b>Test af ankre – Godkendelsesprøvnin- ger</b> Værdien af partialkoefficienten $\gamma_{a;acc;ULS}$ og $\gamma_{a;acc;SLS}$ kan være angivet i det nationale anneks. anbefalede værdier af $\gamma_{a;acc;ULS}$ for vedvarende og midlertidige tilstande og for $\gamma_{a;acc;SLS}$ er anført i tabel A.20.	Værdien af partialkoefficienten $\gamma_{a;acc;ULS}$ er angivet i nationalt anneks A, afsnit A.3.1, tabel A.3-2 NA, afsnit A.4, tabel A.4-1 NA og tabel A.4-2 NA samt i afsnit A.6, tabel A.6.2 NA. $\gamma_{a;acc;SLS}$ er ikke relevant, da testmetode 1 skal benyttes.
8.6.2(2)P NOTE 2	<b>Test af ankre - Godkendelsesprøvnin- ger</b> Det nationale anneks kan anføre, om prøvelasten ved en godkendelsesprøvnin- g relateres til den regningsmæssige kraft i brudgrænsetilstanden (8.13) eller til $F_{Serv;k}$ (8.14).	Godkendelsesprøvnin- gen skal relate- res til den regningsmæssige kraft i brudgrænsetilstanden (8.13).



Punkt	Emne	Valg
8.6.2(3)P NOTE 1	<p><b>Test af ankere - Godkendelsesprøvnin-ger</b> Grænseværdierne for krybetal/lasttab ved prøvelasten kan være angivet i det nationale annek. Anbefalede værdi for vedvarende og midlertidige tilstande er anført i tabel A.21.</p>	<p>Grænseværdierne for krybetal ved prøvelasten er angivet i nationalt annek A, afsnit A.6, tabel A.6-3 NA. Disse er nuanceret efter observations-tid afhængigt af jordtype i DS 1537:2014, annek G.4.</p>
8.6.2(3)P NOTE 2	<p><b>Test af ankere - Godkendelsesprøvnin-ger</b> Kravet om at kontrollere krybetal/lasttab ved andre specificerede laster, der er mindre end prøvelasten, er valgfrit og kan være angivet i det nationale annek. Der er ikke givet anbefalede værdier.</p>	<p>Der er ikke krav om at kontrollere krybetal/lasttab ved andre specificerede laster, der er mindre end prøvelasten.</p>
10.2(2)P	<p><b>Brud ved løftning</b> Tredje sætning: ”Modstanden mod løftning i form af friktions- eller forankringskræfter kan også behandles som en stabiliserende permanent lodret last (<math>G_{stb;d}</math>)” erstattes af ” Hvis det er tilladt ifølge det nationale annek, kan modstand mod løftning i form af friktions- eller forankringskræfter også behandles som en stabiliserende, permanent lodret last (<math>G_{stb;d}</math>)” Rettelsen fremgår af rettelsesblad DS/EN 1997-1/AC:2010, men er der fejlagtigt angivet for 10.2(3)</p>	<p>Det er ikke tilladt at behandle modstand mod løftning i form af friktions- eller forankringskræfter som en stabiliserende, permanent lodret last (<math>G_{stb;d}</math>).</p>

Punkt	Emne	Valg
10.2(3)	<p><b>Brud ved løftning</b> I rettelsesblad DS/EN 1997-1/AC:2010 er som pkt. 23 anført ændringer til 10.2 herunder (citater)</p> <p><i>I (3):</i> <i>Erstattes hele første afsnit med følgende:</i> ”Hvis det er tilladt ifølge det nationale annek, kan modstand mod løftning i form af friktions- eller forankringskræfter også behandles som en stabiliserende permanent lodret last (<math>G_{stb;d}</math>).</p> <p>NOTE - Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale annek.”</p>	<p>Rettelsen er ved en fejl (i CEN) henført til 10.2(3), men skulle være henført til 10.2(2)P.</p> <p>Den oprindelige tekst:</p> <p>”(3) I ukomplicerede tilfælde kan kontrol af kræfter i ligning (2.8) erstattes af kontrol af de totale spændinger og porevandstryk.”</p> <p>bevares.</p>
11.5.1(1)P	<p><b>Stabilitetsberegning for skrånninger</b> Værdierne af partialkoefficienterne kan være angivet i det nationale annek.</p>	<p>Værdierne af partialkoefficienterne er angivet i nationalt annek A, afsnit A.3.1.</p>
A.2	<p><b>Partialkoefficienter til eftervisning af ligevægtsgrænsetilstande (EQU)</b></p>	<p>Partialkoefficienter og konsekvensfaktorer er angivet i nationalt annek A, afsnit A.2.</p>
A.3.1	<p><b>Partialkoefficienter for last (<math>\gamma_F</math>) eller lastvirkning (<math>\gamma_E</math>)</b></p>	<p>Partialkoefficienter og konsekvensfaktorer er angivet i nationalt annek A, afsnit A.3.1.</p>
A.3.2	<p><b>Partialkoefficienter for jordparametre (<math>\gamma_M</math>)</b></p>	<p>Partialkoefficienter er angivet i annek A, afsnit A.3.1.</p>
A.3.3.1	<p><b>Partialkoefficienter for direkte fundering</b></p>	<p>Partialkoefficienter for modstandsevne (<math>\gamma_R</math>) for direkte fundering benyttes ikke i DK, jf. nationalt annek A, afsnit A.3.1.</p>
A.3.3.2	<p><b>Partialkoefficienter for pælefundamenters modstandsevne</b></p>	<p>Partialkoefficienter for pælefundamenters modstandsevne er angivet i nationalt annek A, afsnit A.3.1.</p>
A.3.3.3	<p><b>Korrelationsfaktorer for pælefundamenter</b></p>	<p>Korrelationsfaktorer for pælefundamenter er angivet i nationalt annek A, afsnit A.3.2.</p>

Punkt	Emne	Valg
A.3.3.5	<b>Partialkoefficienter for modstandsevne (<math>\gamma_R</math>) af støttekonstruktioner</b>	Partialkoefficienter for modstandsevne ( $\gamma_R$ ) af støttekonstruktioner benyttes ikke i DK, jf. nationalt annek A, afsnit A.3.1.
A.3.3.6	<b>Partialkoefficienter for modstandsevne (<math>\gamma_R</math>) af skråninger og totalstabilitet</b>	Partialkoefficienter for modstandsevne ( $\gamma_R$ ) af skråninger og totalstabilitet benyttes ikke i DK, jf. nationalt annek A, afsnit A.3.1.
A.4	<b>Partialkoefficienter til eftervisning af grænsetilstand for løftning (UPL)</b>	Partialkoefficienter og konsekvensfaktorer til eftervisning af grænsetilstand for løftning (UPL) er angivet i nationalt annek A, afsnit A.4.
A.5	<b>Partialkoefficienter til eftervisning af grænsetilstand for hydraulisk hævning (HYD)</b>	Partialkoefficienter til eftervisning af grænsetilstand for hydraulisk hævning (HYD) behandles i DK som (UPL), jf. nationalt annek A, afsnit A.5.
A.6	<b>Partialkoefficienter, korrelationsfaktorer, grænsekriterier for brud- og anvendelsesgrænsetilstande samt antal princip-/egnedhedsforsøg for ankre</b>	Partialkoefficienter, korrelationsfaktorer, grænsekriterier for brud- og anvendelsesgrænsetilstande samt antal princip-/egnedhedsforsøg for ankre er angivet i nationalt annek A, afsnit A.6.

## Supplerende, ikke-modstridende information

Punkt	Emne	Valg
2.4.7.3.4.4	Dimensioneringsmetode 3	NOTE 2 gælder i DK også for bestemmelse af jordtryk.
7.6.2.2(9)	Brudbæreevne baseret på statiske belastningsforsøg	Angivelserne er ikke gældende i DK.
7.6.2.3(7)	Brudbæreevne baseret på jordparametre	Angivelserne er ikke gældende i DK.
A.7	Partialkoefficienter, korrelationsfaktorer og modelfaktorer til eftervisning af anvendelsesgrænsetilstande og ulykkesgrænsetilstande.	Partialkoefficienter, korrelationsfaktorer og modelfaktorer til eftervisning af anvendelsesgrænsetilstande og ulykkesgrænsetilstande er angivet i nationalt annek A, afsnit A.7.

Anneks	Emne	Valg
D	Direkte fundering. Analytisk metode til bæreevneberegning	Bæreevneformler, der sammen med partialkoefficienterne for direkte fundering giver den krævede danske sikkerhed, er angivet i nationalt annek D.
H	Deformation af konstruktion	Supplement vedr. almindelige husbygningkonstruktioner er givet i nationalt tillæg til annek H.
K	Særlige forhold ved geotekniske undersøgelser og parametre	Særlige danske forhold ved geotekniske undersøgelser er angivet i nationalt annek K.
L	Pælefundering - Analytisk metode til bæreevnebestemmelse	En analytisk metode til bestemmelse af pæles bæreevne er angivet i nationalt annek L.

## Nationale valg

### Anneks A - normativt

## Partialkoefficienter og korrelationsfaktorer for brudgrænsetilstande og anvendelsesgrænsetilstande

### A.1 Partialkoefficienter og korrelationsfaktorer

(1)P Partialkoefficienterne ( $\gamma$ ) for brudgrænsetilstande og anvendelsesgrænsetilstande i permanente og midlertidige situationer og korrelationsfaktorerne ( $\xi$ ) for pælefunderinger og forankringer i alle situationer er anført i dette anneks.

(2)P Partialkoefficienterne for jordparametre ( $\gamma_M$ ) og modstandsevne ( $\gamma_R$ ) samt korrelationsfaktorer ( $\xi$ ) for pælefunderinger og forankringer er angivet for de dimensioneringstilfælde, hvor sikkerhedsvurderingen skal gennemføres med nedre regningsmæssige værdier. Såfremt sikkerhedsvurderingen skal gennemføres med øvre regningsmæssige værdier, skal anvendes reciprokke værdier af de angivne partialkoefficienter og korrelationsfaktorer.

NOTE - Partialkoefficienterne gælder for jordparametre fastlagt under hensyntagen til betragtninger anført i DS/EN 1997-1, 3.3.6(1)P.

### A.2 Partialkoefficienter til eftervisning af ligevægtsgrænsetilstande (EQU)

(1)P Partialkoefficienter ( $\gamma$ ) og konsekvensfaktorer ( $K_{FI}$ ) er angivet i tabel A.2-1 NA.

(2)P Til eftervisning af ligevægtsgrænsetilstanden (EQU) skal anvendes partialkoefficienter for last ( $\gamma_F$ ) og for jordparametre ( $\gamma_M$ ) angivet i tabel A.2-1 NA.

Konsekvensfaktoren  $K_{FI}$  afhænger af konsekvensklassen:

Høj konsekvensklasse, CC3:  $K_{FI} = 1,1$   
Middel konsekvensklasse, CC2:  $K_{FI} = 1,0$

Lav konsekvensklasse, CC1, gælder ikke for geotekniske konstruktioner.

Lastkombinationsfaktoren  $\psi_0$ , jf. EN 1990.

**Table A.2-1 NA Partial coefficients for EQU-dimensioning**

Partial coefficients for load			$\gamma_F$	Value
Permanent load	Tyngde, generelt <sup>1)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G,dst}$	$1,1 \cdot K_{FI}$
		Gunstig	$\gamma_{G,stab}$	0,9
	Tyngde af jord og (grund)vand, geotekniske konstruktioner <sup>2)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G,dst}$	$1,1 \cdot K_{FI}$
		Gunstig	$\gamma_{G,stab}$	0,9
Variabel last Bygninger	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	$1,5 \cdot K_{FI}$
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$
Variabel last Broer <sup>3)</sup>	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	$1,4 \cdot K_{FI}$ <sup>5)</sup>
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$
<b>Partial coefficients for soil parameters</b>			$\gamma_M$	<b>Value</b>
Friction angle <sup>7)</sup>			$\gamma_\phi$	1,2
Effective cohesion			$\gamma_c$	1,2
Undrained shear strength			$\gamma_{cu}$	1,8
Simple shear strength			$\gamma_q$	1,8
Bulk weight			$\gamma_\gamma$	1,0

- 1) Construction load, which covers all forms for permanent own load, see 2.1 in DS/EN 1991-1-1.
- 2) Geotechnical load, which covers weight of soil and (ground)water, which affects the geotechnical construction as geotechnical load, see 1.5.2.1 in DS/EN 1997-1 and A.3.1(2)P, NOTE in DS/EN 1997-1 DK NA:2015.
- 3) For variable load on pavement and road crossings, bridges etc. the same partial coefficients apply as for bridges.
- 5) For heavy special transport on tracks (SW/2):  $1,2 \cdot K_{FI}$  h.h.v. 1,2.
- 7) The given partial coefficient applies for  $\tan \phi$ .

### A.3 Partialkoefficienter til eftervisning af strukturelle (STR) og geotekniske (GEO) grænsetilstande

#### A.3.1 Partialkoefficienter for last ( $\gamma_F$ ) eller lastvirkning ( $\gamma_E$ ), for jordparametre ( $\gamma_M$ ) og for modstandsevne ( $\gamma_R$ )

(1)P Partialkoefficienter ( $\gamma$ ) og konsekvensfaktorer ( $K_{FI}$ ) er angivet i tabel A.3-1 NA for direkte fundering, jordtryk og stabilitet og i tabel A.3-2 NA for pæle og ankre.

(2)P Til eftervisning af strukturelle (STR) og geotekniske (GEO) grænsetilstande skal dimensioneringsmetode 3 anvendes med:

Kombination: (A1\* eller A2<sup>†</sup>) "+" M2 "+" R3

og med de i tabel A.3-1 NA og A.3-2 NA angivne partialkoefficienter for last ( $\gamma_F$ ), for jordparametre ( $\gamma_M$ ) og for modstandsevne ( $\gamma_R$ ), samt en faktor ( $\gamma_0$ ) på partialkoefficient for styrkeparametre og bæreevner for konstruktionsmaterialer, jf. DS/EN 1992 – DS/EN 1996 og DS/EN 1999.

Konsekvensfaktoren  $K_{FI}$  afhænger af konsekvensklassen:

Høj konsekvensklasse, CC3:  $K_{FI} = 1,1$   
Middel konsekvensklasse, CC2:  $K_{FI} = 1,0$

Lav konsekvensklasse, CC1, gælder ikke for geotekniske konstruktioner.

Lastkombinationsfaktoren  $\psi_0$ , jf. EN 1990.

NOTE – Konstruktionslast, der henføres til geoteknisk last, skal tillægges partialkoefficienter som gældende for ”Tyngde, generelt”.

(3) Lastkombination 1-5 i tabel A.3-1 NA og A.3-2 NA er rettet mod alle typer geotekniske konstruktioner, hvor lasten udgøres af kombinationer af konstruktionslast, jordtryk og/eller vandtryk. Undersøgelsen refererer her til ligningerne:

- (2.6a) med regningsmæssig lastvirkning  $E_d = E\{\gamma_F F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\}$
- (2.7a) med regningsmæssig modstand  $R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k/\gamma_M; a_d\}$
- (2.7b) med regningsmæssig modstand  $R_d = R\{\gamma_F F_{rep}; X_k; a_d\}/\gamma_R$ .

NOTE 1 - I alle 5 lastkombinationer skal partialkoefficienterne for styrkeparametre og bæreevne for konstruktionsmaterialer jf. DS/EN 1992 – DS/EN 1996 og DS/EN 1999 påføres faktoren  $\gamma_0$ . For jordparametre og modstandsevner er  $\gamma_0$  indeholdt i de angivne partialkoefficienter  $\gamma_M$  og  $\gamma_R$ .

NOTE 2 – For konstruktioner, der ikke er påvirket af geotekniske laster, kan eftervisning ske alene ved anvendelse af lastkombination 1 og 2.

NOTE 3 – For konstruktioner, der udelukkende er påvirket af geotekniske laster, kan der ved eftervisning ses bort fra lastkombination 1 og 2.

NOTE 4 - Lastkombination 5 anvendes ved eftervisning af STR for konstruktionsmaterialer, som indgår i geotekniske konstruktioner. I denne eftervisning benyttes de sædvanlige partialkoefficienter for konstruktionsmaterialerne anført i de respektive konstruktionsnormer påført faktoren  $\gamma_0$ . Partialkoefficient for jordparametre og modstandsevne i jorden er



1,0 i lastkombination 5. Denne lastkombination vil typisk være dimensionsgivende for geotekniske konstruktioner, hvor vandtryk udgør en væsentlig del af lasten.

(4)P Partialkoefficienterne for direkte fundering giver den krævede danske sikkerhed, når bæreevneformlerne i nationalt annek D anvendes.

(5)P Partialkoefficienter for pæle og ankre skal benyttes i kombination med korrelationsfaktorer i afsnit A.3.2 og A.3.3.

(6)P I geoteknisk kategori 1 skal de angivne partialkoefficienter for jordparametre og modstandsevne multipliceres med en modelfaktor  $\gamma_s = 1,25$ .

(7)P For byggegrubeindfatninger, midlertidige udgravninger og andre geotekniske konstruktioner under udførelse anvendes partialkoefficienter, hvis værdier fastsættes til  $(\gamma_M)^\alpha$  og  $(\gamma_R)^\alpha$ , hvor  $\alpha$  er et tal, for hvilket det gælder, at  $0 \leq \alpha \leq 1$ . Når et svigt indebærer risiko for personskaade, eller hvor der er risiko for beskadigelse af tredjemands bygninger og/eller trafikerede vej- og banearealer, eller det vil medføre store samfundsmæssige konsekvenser, skal der benyttes partialkoefficienter svarende til  $\alpha = 1$ .

NOTE - Når et svigt af byggegrubeindfatninger, midlertidige udgravninger og andre geotekniske konstruktioner under udførelse ikke indebærer alvorlige konsekvenser, kan der benyttes partialkoefficienter svarende til  $\alpha = 0,5$  eller - hvis omstændighederne taler for det - svarende til  $\alpha$ -værdier endnu nærmere  $\alpha = 0$  (partialkoefficient 1,0).

**Tabel A.3-1 NA Partialkoefficienter for STR/GEO-dimensionering: Direkte fundering, jordtryk og stabilitet**

Dimensioneringsmetode			3					
Grænsetilstand			STR/GEO				STR	
Lastkombination			1	2	3	4	5	
Partialkoefficienter for last ref. ligning (2.6a) <sup>8)</sup>			$\gamma_F$	A1* eller A2 <sup>†</sup>				
Permanent last <sup>6)</sup>	Tyngde, generelt <sup>1)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G:sup}$	$1,2 \cdot K_{FI}^{4)}$	$1,0 \cdot K_{FI}$	$1,2^{4)}$	1,0	1,0
		Gunstig	$\gamma_{G:inf}$	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
	Tyngde af jord og (grund)vand, geotekniske konstruktioner <sup>2)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G:sup}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Gunstig	$\gamma_{G:inf}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Variabel last, Bygning- opret	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	0	$1,5 \cdot K_{FI}$	0	1,5	0
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	0	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$	0	$1,5 \cdot \psi_0$	0
Variabel last, Broer <sup>3)</sup>	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	0	$1,4 \cdot K_{FI}^{5)}$	0	$1,4^{5)}$	0
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	0	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$	0	$1,5 \cdot \psi_0$	0
Partialkoefficienter for jordparametre ref. ligning (2.7a)			$\gamma_M^{9)}$	M2				
Friktionsvinkel <sup>7)</sup>			$\gamma_\phi$	1,2	$1,2 K_{FI}$	1,0		
Effektiv kohæsion			$\gamma_c$	1,2	$1,2 K_{FI}$	1,0		
Udrænet forskydningsstyrke			$\gamma_{cu}$	1,8	$1,8 K_{FI}$	1,0		
Simpel trykstyrke			$\gamma_q$	1,8	$1,8 K_{FI}$	1,0		
Rumvægt			$\gamma_\gamma$	1,0	1,0	1,0		
Partialkoefficienter for modstandsevne ref. ligning (2.7b)			$\gamma_R^{9)}$	R3				
Direkte fundering			$\gamma_b$	-	-	-		
Jordtryk og stabilitet			$\gamma_{R,e}$	-	-	-		
Faktor på partialkoefficient for styrkeparametre og bæreevne for konstruktionsmaterialer jf. DS/EN 1992 – DS/EN 1996 og DS/EN 1999			$\gamma_0$	1,0	1,0	$K_{FI}$	$K_{FI}$	$1,2 \cdot K_{FI}^{4)}$

- 1) Konstruktionslast, der omfatter alle former for permanent egenlast, se 2.1 i DS/EN 1991-1-1.
- 2) Geoteknisk last, der omfatter tyngde af jord og (grund)vand, der påvirker den geotekniske konstruktion som geoteknisk last, se 1.5.2.1 i DS/EN 1997-1 og A.3.1(2)P, NOTE i DS/EN 1997-1 DK NA:2015.
- 3) For variabel last på bane- og vejdæmnings, kajer m.m. gælder samme partialkoefficienter som for broer
- 4) For broer:  $1,25 \cdot K_{FI}$  hhv. 1,25.
- 5) For tunge særtransporter på spor (SW/2):  $1,2 \cdot K_{FI}$  hhv. 1,2.
- 6) De karakteristiske værdier af alle permanente laster fra en enkelt kilde multipliceres med  $\gamma_{G:sup}$ , hvis den samlede resulterende lastvirkning er ugunstig, og med  $\gamma_{G:inf}$ , hvis den samlede resulterende lastvirkning er gunstig. Eksempelvis kan alle laster hidrørende fra konstruktionens egenvægt anses for at komme fra én kilde.
- 7) Den angivne partialkoefficient gælder for  $\tan \phi$ .
- 8) Jævnfør også DS/EN 1990 ligning (6.10a) og (6.10b).
- 9) For jordparametre og modstandsevner er  $\gamma_0$  indeholdt i de angivne partialkoefficienter  $\gamma_M$  og  $\gamma_R$ .

**Tabel A.3-2 NA Partialkoefficienter for STR/GEO-dimensionering: Pæle og ankre**

Dimensioneringsmetode			3					
Grænsetilstand			STR/GEO				STR	
Lastkombination			1	2	3	4	5	
<b>Partialkoefficienter for last ref. ligning (2.6a) <sup>8)</sup></b>			<b><math>\gamma_F</math></b>	<b>A1* eller A2<sup>†</sup></b>				
Permanent last <sup>6)</sup>	Tyngde, generelt <sup>1)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G,sup}$	$1,2 \cdot K_{FI}^{4)}$	$1,0 \cdot K_{FI}$	$1,2^{4)}$	1,0	1,0
		Gunstig	$\gamma_{G,inf}$	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
	Tyngde af jord og (grund)vand, geotekniske konstruktioner <sup>2)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G,sup}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Gunstig	$\gamma_{G,inf}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Variabel last, Bygninger	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	0	$1,5 \cdot K_{FI}$	0	1,5	0
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	0	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$	0	$1,5 \cdot \psi_0$	0
Variabel last, Broer <sup>3)</sup>	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	0	$1,4 \cdot K_{FI}^{5)}$	0	$1,4^{5)}$	0
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	0	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$	0	$1,5 \cdot \psi_0$	0
<b>Partialkoefficienter for jordparametre ref. ligning (2.7a)</b>			<b><math>\gamma_M^{9)}</math></b>	<b>M2</b>				
Friktionsvinkel <sup>7)</sup>			$\gamma_\phi$	-	-	-	-	-
Effektiv kohæsion			$\gamma_c$	-	-	-	-	-
Udrænet forskydningsstyrke			$\gamma_{cu}$	-	-	-	-	-
Simpel trykstyrke			$\gamma_q$	-	-	-	-	-
Rumvægt			$\gamma_\gamma$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Partialkoefficienter for modstandsevne ref. ligning (2.7b)</b>			<b><math>\gamma_R^{9)}</math></b>	<b>R3</b>				
Spidsmodstand af trykpåvirkede pæle			$\gamma_b$	1,3	$1,3 K_{FI}$	-	-	-
Overflademodstand af trykpåvirkede pæle			$\gamma_s$	1,3	$1,3 K_{FI}$	-	-	-
Total/kombineret modstandsevne af trykpåvirkede pæle			$\gamma_t$	1,3	$1,3 K_{FI}$	-	-	-
Overflademodstand af trækpåvirkede pæle			$\gamma_{st}$	1,3	$1,3 K_{FI}$	-	-	-
Ankre, brudbæreevne			$\gamma_{a;ULS}$	1,3	$1,3 K_{FI}$	-	-	-
Ankre, godkendelsesprøvning			$\gamma_{a;acc,ULS}$	1,3	$1,3 K_{FI}$	-	-	-
<b>Faktor på partialkoefficient for styrkeparametre og bæreevne for konstruktionsmaterialer jf. DS/EN 1992 – DS/EN 1996 og DS/EN 1999</b>			$\gamma_0$	1,0	1,0	$K_{FI}$	$K_{FI}$	$1,2 \cdot K_{FI}^{4)}$

1) - 9) Se tabel A.3-1 NA.

### A.3.2 Korrelationsfaktorer for pælefundamenter

#### A.3.2.1 Korrelationsfaktorer $\xi$ til udledning af karakteristiske værdier ud fra statiske pælebelastningsforsøg

(1)P Ved fastlæggelse af den karakteristiske brudbæreevne  $R_{c;k}$  ud fra værdier af  $R_{c;m}$  målt i ét eller flere pælebelastningsforsøg skal der tages hensyn til variationen i jordbundsforholdene og til indflydelsen af pælenedbringningen. Den karakteristiske brudbæreevne bestemmes som:

$$R_{c;k} = \frac{R_{c;m}}{\xi}$$

hvor

$\xi = 1,1$  for selve de prøvebelastede pæle

$\xi = 1,25$  for de øvrige pæle, hvor pælebelastningsforsøgene er repræsentative.

#### A.3.2.2 Korrelationsfaktorer $\xi$ til udledning af karakteristiske værdier ud fra jordparametre bestemt ved geotekniske undersøgelser

(1)P Den karakteristiske brudbæreevne:

$$R_{c;k} = \frac{R_{c;ber}}{\xi}$$

skal udledes af beregningsregler baseret på efterviste sammenhænge mellem resultaterne af statiske belastningsforsøg og resultaterne af mark- eller laboratorieforsøg. Disse beregningsregler skal være udformet på en sådan måde, at brudbæreevnen ved brug af karakteristisk værdi  $R_{c;k}$  ikke overstiger den målte brudbæreevne divideret med

$$\xi = 1,5$$

(2)P Beregningsreglerne skal være baseret på anerkendt dokumentation. En analytisk metode til bæreevnebestemmelse er angivet i nationalt annek L.

(3)P Bæreevne for borede pæle skal bestemmes i henhold til angivelserne i nationalt annek L.

NOTE - Bæreevne for CFA-pæle skal bestemmes som for borede pæle.

#### A.3.2.3 Korrelationsfaktorer $\xi$ til udledning af karakteristiske værdier ud fra rammemodstand

(1)P Den karakteristiske brudbæreevne:

$$R_{c;k} = \frac{R_{c;m}}{\xi}$$

skal udledes af beregningsregler baseret på efterviste sammenhænge mellem resultaterne af statiske belastningsforsøg. Disse beregningsregler skal være udformet på en sådan måde, at brudbæreevnen ved brug af karakteristisk værdi  $R_{c;k}$  i gennemsnit ikke overstiger den målte brudbæreevne divideret med

$\xi = 1,5$ , hvor bæreevnen er baseret på en rammeformel

$\xi = 1,25$ , hvor bæreevnen for den betragtede pæl desuden er analyseret ved stødbølgemålinger

$\xi = 1,4$  for de pæle, hvor stødbølgemålingen er repræsentativ.

(2) For pæle med spidsen i friktionsjord kan den karakteristiske brudbæreevne bestemmes ved hjælp af “Den Danske Rammeformel”, se nationalt annek L, med  $\xi$ -værdier som anført.

## A.4 Partialkoefficienter til eftervisning af grænsetilstand for løftning (UPL)

(1)P Partialkoefficienter ( $\gamma$ ) og konsekvensfaktorer ( $K_{FI}$ ) er angivet i tabel A.4-1 NA og A.4-2 NA.

(2)P Til eftervisning af grænsetilstand for løftning (UPL) skal anvendes partialkoefficienter for last ( $\gamma_F$ ), for jordparametre ( $\gamma_M$ ) og for modstandsevne ( $\gamma_R$ ) angivet i tabel A.4-1 NA og A.4-2 NA.

Konsekvensfaktoren  $K_{FI}$  afhænger af konsekvensklassen:

Høj konsekvensklasse, CC3:  $K_{FI} = 1,1$   
Middel konsekvensklasse, CC2:  $K_{FI} = 1,0$

Lav konsekvensklasse, CC1, gælder ikke for geotekniske konstruktioner.

Lastkombinationsfaktoren  $\psi_0$ , jf. EN 1990.

**Tabel A.4-1 NA Partialkoefficienter for UPL-dimensionering**

Partialkoefficienter for last			$\gamma_F$	Værdi
Permanent last	Tyngde, generelt <sup>1)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G,dst}$	$1,1 \cdot K_{FI}$
		Gunstig	$\gamma_{G,stab}$	0,9
	Tyngde af jord og (grund)vand, geotekniske konstruktioner <sup>2)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G,dst}$	$1,1 \cdot K_{FI}$
		Gunstig	$\gamma_{G,stab}$	0,9
Variabel last, Bygninger	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	$1,5 \cdot K_{FI}$
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$
Variabel last, Broer <sup>3)</sup>	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	$1,4 \cdot K_{FI}$ <sup>5)</sup>
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$
Partialkoefficienter for jordparametre			$\gamma_M$	Værdi
Friktionsvinkel <sup>7)</sup>			$\gamma_\phi$	1,2
Effektiv kohæsion			$\gamma_c$	1,2
Udrænet forskydningsstyrke			$\gamma_{cu}$	1,8
Partialkoefficienter for modstandsevne			$\gamma_R$	Værdi
Modstandsevne af trækpåvirkede pæle			$\gamma_{s,t}$	1,3
Ankre, brudbæreevne			$\gamma_{a,ULS}$	1,3
Ankre, godkendelsesprøvning			$\gamma_{a,acc,ULS}$	1,3

- 1) Konstruktionslast, der omfatter alle former for permanent egenlast, se 2.1 i DS/EN 1991-1-1.
- 2) Geoteknisk last, der omfatter tyngde af jord og (grund)vand, der påvirker den geotekniske konstruktion som geoteknisk last, se 1.5.2.1 i DS/EN 1997-1 og A.3.1(2)P, NOTE i DS/EN 1997-1 DK NA:2015.
- 3) For variabel last på bane- og vejdamninger, kajer m.m. gælder samme partialkoefficienter som for broer.
- 5) For tunge særtransporter på spor (SW/2):  $1,2 \cdot K_{FI}$  hhv. 1,2.
- 7) Den angivne partialkoefficient gælder for  $\tan \phi$ .

**Tabel A.4-2 NA Partialkoefficienter for UPL-dimensionering**

- Gælder kun for konstruktioner, hvor vandtryk er maksimeret ved overløbsarrangementer
- Der må ikke medregnes stabiliserende adhæsions- og friktionskræfter langs konstruktionens sider.

Partialkoefficienter for last			$\gamma_F$	Værdi
Permanent last	Tyngde, generelt <sup>1)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G,dst}$	$1,0 \cdot K_{FI}$
		Gunstig	$\gamma_{G,stab}$	1,0
	Tyngde af jord og (grund)vand, geotekniske konstruktioner <sup>2)</sup>	Ugunstig	$\gamma_{G,dst}$	$1,05 \cdot K_{FI}$
		Gunstig	$\gamma_{G,stab}$	1,0
Variabel last, Bygninger	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	$1,5 \cdot K_{FI}$
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$
Variabel last, Broer <sup>3)</sup>	Dominerende	Ugunstig	$\gamma_{Q,1}$	$1,4 \cdot K_{FI}$ <sup>5)</sup>
	Øvrige	Ugunstig	$\gamma_{Q,i}$	$1,5 \cdot \psi_0 \cdot K_{FI}$
Partialkoefficienter for jordparametre			$\gamma_M$	Værdi
Friktionsvinkel <sup>7)</sup>			$\gamma_\phi$	1,2
Effektiv kohæsion			$\gamma_c$	1,2
Udrænet forskydningsstyrke			$\gamma_{cu}$	1,8
Partialkoefficienter for modstandsevne			$\gamma_R$	Værdi
Modstandsevne af trækpåvirkede pæle			$\gamma_{s,t}$	1,3
Ankre, brudbæreevne			$\gamma_{a,ULS}$	1,3
Ankre, godkendelsesprøvning			$\gamma_{a,acc,ULS}$	1,3

- 1) Konstruktionslast, der omfatter alle former for permanent egenlast, se 2.1 i DS/EN 1991-1-1.
- 2) Geoteknisk last, der omfatter tyngde af jord og (grund)vand, der påvirker den geotekniske konstruktion som geoteknisk last, se 1.5.2.1 i DS/EN 1997-1 og A.3.1(2)P, NOTE i DS/EN 1997-1 DK NA:2015.
- 3) For variabel last på bane- og vejdamninger, kajer m.m. gælder samme partialkoefficienter som for broer.
- 5) For tunge særtransporter på spor (SW/2):  $1,2 \cdot K_{FI}$  hhv. 1,2.
- 7) Den angivne partialkoefficient gælder for  $\tan \phi$ .

(3)P Ved rene opdriftsproblemer (fx ved dokker, bassiner og kældre) anvendes enten værdier angivet i tabel A.4-1 NA med partialkoefficient  $\gamma_{G,stab} = 0,9$  på permanent last og partialkoefficient  $\gamma_{G,dst} = 1,1 \cdot K_{FI}$  på opdriften eller værdier angivet i tabel A.4-2 NA med partialkoefficient  $\gamma_{G,stab} = 1,0$  på permanent last og partialkoefficient  $\gamma_{G,dst} = 1,05 \cdot K_{FI}$  på opdriften og ingen adhæsions- eller friktionskræfter på lodrette snitflader. Der skal regnes med ugunstigste, realistiske vandspejl og forsigtigt ansatte egenlaste.

(4) Ved et rent opdriftsproblem refereres der til undersøgelser, hvor problemet er afgrænset til og alene relateret til opdrift og dets løsning, dvs. problemet er entydigt henført til grænsetilstand for løftning (UPL). Modsatningen hertil er opdrift, der indgår i andre problemstillinger, som fx stabilitetsanalyser og dimensionering af fundamenter, hvor opdrift skal henføres til strukturelle (STR) og geotekniske (GEO) grænsetilstande.



(5)P De to sæt partialkoefficienter kan betragtes som ligeværdige, i relation til at der frit kan vælges et af de to sæt til dokumentation af sikkerhedsniveauet, afhængigt af hvilke forudsætninger der lægges til grund. Partialkoefficienterne fra tabel A.4-1 NA repræsenterer grundtilfældet, hvor der kan medregnes stabiliserende adhæsions- og friktionskræfter. Partialkoefficienterne fra tabel A.4-2 NA gælder kun for konstruktioner, hvor vandtryk er maksimeret ved overløbsarrangementer, ligesom der ikke må medregnes stabiliserende adhæsions- og friktionskræfter langs den undersøgte konstruktions sider.

NOTE 1 - Overløbsarrangementer kan anordnes som en kombination af overløb via overkant af eller åbninger i vægge og/eller overløb via svanehalse gennem gulvkonstruktion. Der skal sikres fornøden kapacitet, både hvad angår mængder og fordeling hen over konstruktionen, ved anordning af dræn og bortledningselementer. Overløbsvand indgår som stabiliserende element og må ikke bortpumpes, før vandtrykket igen er stabiliseret i et acceptabelt niveau.

NOTE 2 - Adhæsions- og friktionskræfter virkende for selve forankringen (trækelementerne) må tages i regning, også selv om stabiliserende adhæsions- og friktionskræfter langs den undersøgte konstruktion ikke må medtages ved anvendelse af partialkoefficienter efter tabel A.4-2 NA.

(6) For geotekniske konstruktioner, hvor tyngde af konstruktionsdele og vand er de dominerende kræfter, er det hensigtsmæssigt ad konstruktiv vej (eksempelvis ved overløbsarrangementer) at opnå veldefinerede beregningsforudsætninger med tilhørende relativt lille regningsmæssig sikkerhed frem for at kunne eftervise en større regningsmæssig sikkerhed med usikkert fastlagte forudsætninger. Eksempelvis vil konstruktioner almindeligvis ikke kunne sikres mod erosion og løftning på hensigtsmæssig måde alene ved påførelse af partialkoefficienten på vandtryk. Konstruktionen må i stedet beskyttes ad konstruktiv vej.

(7)P Hvis der til opnåelse af statisk ligevægt tilføjes et anker eller lignende, skal dette anker dimensioneres svarende til den regningsmæssige kraft, der mangler for opnåelse af statisk ligevægt.

(8)P Anvendes der trækelementer til delvis sikring mod opdrift, skal gruppevirkningen af trækelementerne, dvs. tyngden af det af trækelementerne fastholdte jordvolumen, vurderes under anvendelse af samme sikkerhed ( $\xi \gamma$ ), som der gælder for det enkelte trækelement.

(9)P Ved ujævn fordeling af trækelementerne i - og/eller ved indregning af ydre friktion på - det globale jordvolumen, skal det godtgøres, at tyngden af det stabiliserende jordvolumen kan fordeles til gruppen af trækelementer ved fornøden indre friktion i jordlegemet.

(10)P Fastlæggelsen af jordvolumen skal tage udgangspunkt i det niveau, hvor overførsel af kræfter fra trækelement til jord sikrer kompatibilitet mellem deformationer og kraftoverførsel.

NOTE - Det har i mange tilfælde været god praksis, at der ved bestemmelse af jordvolumenet tages udgangspunkt i en keglestub med hældning 1:2 (vandret:lodret), der for traditionelle friktionsankre har dybdepunkt midt i forankringszonen, idet der qua den frie længde kun kan overføres kræfter til jorden langs forankringslængden. For trykrørsankre kan der tages udgangspunkt i ankerfoden. For pæle vil det stabiliserende jordvolumen være afhængigt af fordelingen af disponibel friktionsmodstand langs hele pælelængden.

## A.5 Partialkoefficienter til eftervisning af grænsetilstand for hydraulisk hævnning (HYD)

(1)P Partialkoefficienter til eftervisning af grænsetilstand for hydraulisk hævnning (HYD) behandles i DK som (UPL).

NOTE - Piping og erosion kræver særlige overvejelser.

## A.6 Partialkoefficienter, korrelationsfaktorer, grænsekriterier for brud- og anvendelsesgrænsetilstande samt antal princip-/egnethedsforsøg for ankre

(1)P Til eftervisning af fornøden sikkerhed for jordankre, jf. formel (8.1) og (8.2) i permanente og midlertidige dimensioneringssituationer, hvor effekten af forspændingen undersøges i anvendelsesgrænsetilstanden, påføres den maksimale ankerkraft fundet herved  $F_{\text{Serv};k}$  en lasteffektfaktor  $\gamma_{\text{Serv}}$  :

$$F_{\text{Serv};d} = \gamma_{\text{Serv}} \cdot F_{\text{Serv};k}$$

**Tabel A.6-1 NA Partialkoefficient for lasteffekt af forspænding i permanente og midlertidige dimensioneringssituationer**

Partialkoefficient for	Ligning	Symbol	Værdi
Lasteffekt af forspænding	(8.3)	$\gamma_{\text{Serv}}$	1,00

(2) Effekten af forspændingen bør fastlægges på baggrund af en interaktionsanalyse med respektive stivheder for hhv. jord, ankre og konstruktion.

(3)P Til eftervisning af ankre i brudgrænsetilstandene STR, GEO og UPL i vedvarende og midlertidige dimensioneringssituationer skal følgende partialkoefficient anvendes:

- $\gamma_{a;\text{ULS}}$  for  $R_{\text{ULS};k}$

NOTE - De værdier, der skal benyttes for  $\gamma_{a;\text{ULS}}$  er angivet i nationalt annekse i A.3, tabel A.3-2 NA, for STR/GEO og i nationalt annekse A.4, tabel A.4-1 NA og A.4-2 NA, for UPL.

(4)P Til eftervisning af testmetoder for ankre for vedvarende og midlertidige dimensioneringssituationer i brudgrænsetilstanden og for anvendelsesgrænsetilstande skal følgende korrelationsfaktorer og partialkoefficienter anvendes:

- $\zeta_{\text{ULS}}$  for  $(R_{\text{ULS};m})_{\text{min}}$
- $\gamma_{a;\text{acc};\text{ULS}}$  for  $E_{\text{ULS};d}$

**Tabel A.6-2 NA Værdier afhængigt af testmetode for ankre for vedvarende og midlertidige dimensioneringssituationer i brudgrænsetilstanden og anvendelsesgrænsetilstanden**

Symbol	Ligning	Testmetode <sup>a</sup>		
		1	2	3
$\zeta_{ULS}$	8.6	1,1	-	-
$\gamma_{a;SLS}$	8.10	NA	-	-
$n^b$		3 stk. / 2 %	-	-
$\gamma_{a;acc;ULS}$	8.13	1,3 $K_{FI}^c$	-	-
$\gamma_{a;acc;SLS}$	8.14	NA	-	-

NOTE - NA = ikke relevant (Not Applicable).

<sup>a</sup> For en beskrivelse af prøvningsmetoderne, se EN ISO 22477-5. Indtil DS/EN ISO 22477-5 foreligger, benyttes DS 1537:2014, efter hvilken testmetode 1 er obligatorisk.

<sup>b</sup> Der skal udføres egnethedsforsøg svarende til mindst 2 % af det forventede antal ankre, dog min. 3 stk. Egnethedsforsøg kan opgraderes til principforsøg, hvis de føres til brud.

<sup>c</sup> Partialkoefficienten  $\gamma_{a;acc;ULS}$  påføres  $K_{FI}$  faktoren i lastkombination 3 og 4 i STR/GEO.

(5)P Til eftervisning af princip- og egnethedsforsøg og godkendelsesprøvninger for vedvarende og midlertidige dimensioneringssituationer i brudgrænsetilstanden og for anvendelsesgrænsetilstande skal ankrene opfylde grænsekriterierne givet i tabel A.6-3 NA.

**Tabel A.6-3 NA Grænsekriterier for princip- og egnethedsforsøg og godkendelsesprøvninger for vedvarende og midlertidige dimensioneringssituationer i brud- og anvendelsesgrænsetilstande**

Testmetode <sup>a</sup>	Grænse-kriterium	Princip-/egnethedsforsøg		Godkendelsesprøvninger	
		ULS <sup>b</sup> (Formel 8.5)	SLS (Formel 8.8)	ULS <sup>b</sup> (Formel 8.13)	SLS (Formel 8.14)
1	$\alpha_1$	5 mm / 2 mm	NA	2 mm	NA
2	$k_1$	-	-	-	-
3	$\alpha_3$	-	-	-	-

NOTE – NA = ikke relevant (Not Applicable).

<sup>a</sup> For en beskrivelse af prøvningsmetoderne, se EN ISO 22477-5. Indtil denne foreligger, benyttes DS 1537:2014, efter hvilken testmetode 1 er obligatorisk.

<sup>b</sup> Brud (ved principforsøg) er defineret ved en lodret asymptote i et krybetal versus prøvelast-diagram, eller, hvor en sådan vanskeligt lader sig bestemme, ved et krybetal på 5 mm. I egnethedsforsøg, hvor der per definition ikke tilstræbes brud, er kriteriet et krybetal på ikke over 2 mm ved forlænget observationstid, jf. DS 1537:2014, annek G.3.

## **A.7 Partialkoefficienter, korrelationsfaktorer og modelfaktorer til eftervisning af anvendelsesgrænsetilstande og ulykkesgrænsetilstande**

(1)P Ved undersøgelse af anvendelsesgrænsetilstande og ulykkesgrænsetilstande anvendes partialkoefficienter  $\gamma_M = 1,0$  for jords og konstruktionsmaterialers styrke- og deformationsparametre.

(2)P For pæle og ankre anvendes partialkoefficienter  $\gamma_R = 1,0$  og korrelationsfaktorer  $\xi = 1,0$ . For effekt af forspænding af ankre i anvendelsesgrænsetilstanden gælder dog nationalt anneks A, afsnit A.6.

(3)P Regningsmæssige lastværdier fastlægges i henhold til EN 1990 (tabel A.1.3).

(4)P Lastkombinationsfaktoren  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  og  $\psi_2$  i EN 1990 skal benyttes, dog under hensyntagen til lastens varighed og jordens egenskaber.

## Anneks D - informativt

### Direkte fundering - Analytisk metode til bæreevneberegning

#### D.1 Generelt

(1) Den regningsmæssige lodrette bæreevne,  $R_d$ , af et fundament undersøges for såvel udrænet som drænet brud.

(2) Der tages hensyn til virkningerne af følgende:

- Jordens styrke, generelt repræsenteret ved de regningsmæssige værdier af  $c_u$ ,  $c'$  og  $\varphi'$
- Excentricitet og hældning af regningsmæssige laster
- Formen og dybden af fundamentet
- Jordoverfladens hældning
- Vandtryk og hydrauliske gradienter
- Jordens uensartethed, især lagdeling.

(3) En generel definition af bæredygtige aflejringer kan ikke angives. Eksempler på aflejringer, der ikke uden særlige foranstaltninger kan betragtes som bæredygtige, er gytje, tørv, postglacialt ler, muld, ukontrolleret fyld og omgravet eller frossen jord.

(4) Frostsikker dybde for fundamenter kan i DK normalt sættes til 0,9 m for almindeligt byggeri og 1,2 m for fritstående konstruktioner. Dybden kan reduceres ved opvarmning eller isolering.

(5) Ved fundering på ler med  $I_P > 15$  % kan udtørring og vandopsugning give anledning til betydelige lodrette og vandrette bevægelser, som kan imødegås ved anvendelse af forstærket fundering (ekstra funderingsdybde, armering) og ved restriktioner vedrørende bevoksning i nærheden af funderingen.

#### D.2 Analytisk metode

##### D.2.1 Generelt vedr. analytisk metode

(1) Følgende symboler er benyttet i anneks D.

$A'$  =  $B' \cdot L'$  det effektive fundamentsareal

$B$  fundamentsbredde

$B'$  den effektive fundamentsbredde

$e$  excentriciteten af kraftresultanten, med indekserne  $B$  og  $L$

$H$  den vandrette komponent af last, parallelt med siden med bredden  $B'$

$i$  lastens hældningsfaktorer, med indekserne kohæsion  $c$ , overfladelast  $q$  og rumvægt  $\gamma$

$L$  fundamentslængde

$L'$  den effektive fundamentslængde ( $L' \geq B'$ )

$N$  bæreevnefaktorer, med indekser for  $c$ ,  $q$  og  $\gamma$

$q$  overlejringstryk eller overfladelast i niveau med fundamentets underkant

$q'$  den regningsmæssige effektive overfladelast i niveau med fundamentets underkant

$s$  formfaktorer for fundamentsarealet, med indekser for  $c$ ,  $q$  og  $\gamma$

$V$  den lodrette last

- $\delta$  friktionsvinkel i grænsefladen mellem konstruktion og jord
- $\varphi'$  jordens effektive friktionsvinkel
- $c'$  jordens effektive forskydningsstyrke
- $c_u$  jordens udrænedede forskydningsstyrke
- $\gamma'$  jordens effektive rumvægt under fundamentsniveau

(2) Ligninger for den regningsmæssige lodrette bæreevne angivet i afsnit D.2.2 og D.2.3 gælder for vandret jordoverflade, samme overfladelast på fundamentets sider, dominerende  $H$  parallelt med den korte side med jordens styrke repræsenteret ved de regningsmæssige værdier af  $c_u$ ,  $c'$ ,  $\varphi'$  og  $\gamma'$ , som forudsættes konstant i det jordvolumen, der styrer den aktuelle grænsetilstand.

(3) For friktionsjord er den karakteristiske friktionsvinkel  $\varphi'_k = \varphi'_{pl}$  (plan friktionsvinkel), hvor relationen mellem  $\varphi'_{pl}$  og  $\varphi'_{tr}$  fremgår af det nationale annek K.4(1). For kohæsionsjord er  $\varphi'_k \sim \varphi'_{tr}$ .

(4) De anførte formler for beregning af bæreevnen er gyldige for laster, der angriber excentrisk med en excentricitet,  $e$ , der ikke overstiger  $0,30 B'$ .

## D.2.2 Udrænedede forhold

(1) Den regningsmæssige bæreevne beregnes ved hjælp af:

$$R_d / A' = (\pi + 2) c_{u;d} s_c i_c + q \quad (D.1)$$

med de dimensionsløse faktorer for:

- formen af fundamentet:

$$s_c = 1 + 0,2(B' / L')$$

- lastens hældning på grund af en vandret last  $H$ :

$$i_c = \frac{1}{2} \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{H_d}{A' c_{u;d}}} \right)$$

hvor  $H_d \leq A' c_{u;d}$

### D.2.3 Drænede forhold

(1) Den regningsmæssige bæreevne beregnes ved hjælp af:

$$R_d / A' = 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma + q' N_q s_q i_q + c'_d N_c s_c i_c \quad (\text{D.2})$$

med de regningsmæssige værdier for dimensionsløse faktorer for:

- bæreevnen:

$$N_\gamma = \frac{1}{4} \left( (N_q - 1) \cos \varphi'_d \right)^{3/2} \text{ forudsat } \delta \geq \varphi'_d / 2 \text{ (ru underlag)}$$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'_d} \tan^2 (45 + \varphi'_d / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi'_d$$

- formen af fundamentet:

$$s_\gamma = 1 - 0,4 (B' / L')$$

$$s_q = s_c = 1 + 0,2 (B' / L')$$

- hældningen af lasten på grund af vandret last  $H_d$  parallelt med siden med bredden  $B'$ :

$$i_\gamma = i_q^2$$

$$i_q = i_c = \left( 1 - \frac{H_d}{V_d + A' c'_d \cot \varphi'_d} \right)^2$$



## **Tillæg til Anneks H - informativt**

Som supplement til angivelserne i anneks H kan der for almindelige husbygningskonstruktioner som vejledning anføres, at sætninger for direkte udlagte gulve ikke bør overstige de omkringliggende vægges sætninger med mere end 5 mm.

## Anneks K - informativt

### Særlige forhold ved geotekniske undersøgelser og parametre

#### K.1 Generelt

(1) Aflejringer liggende under faste, senglaciale eller ældre aflejringer er ofte karakteriseret ved gode styrke- og deformationsegenskaber. Vigtige undtagelser er:

- Senglaciale allerødaflejringer
- Interglaciale hav- og moseaflejringer
- Sprækket ler, hvor undtagelsen relaterer sig til normale konstruktionsmæssige laster
- Lerarter karakteriseret ved  $I_P > 15\%$ , hvor undtagelsen relaterer sig til sæsonmæssige variationer i vandindhold (vegetation)
- Kridt og kalk knust af isen eller nedbrudt (opløst) af nedsivende overfladevand ("skorstene").

(2) Ved en geologisk vurdering af optagne jordprøver eller på stedet besigtigede jordlag skal det sikres, at undersøgelsen har konstateret alle betydende jordlag, herunder specielt:

- Stærkt sætningsgivende aflejringer af gytje (dynd), tørv, postglaciale ler, muld, ukontrolleret fyld og omgravet jord
- Kvældende leraflejringer
- Skredfarlige aflejringer.

Undersøgelsen skal normalt mindst føres ned i faste senglaciale eller ældre aflejringer. Er det ikke muligt, skal undersøgelsen føres så dybt, at dybereliggende lag ikke kan have nogen væsentlig indflydelse på konstruktionens sikkerhed mod brud eller dens bevægelse og deformationer.

#### K.2 Projektundersøgelser

(1) Projektundersøgelser omfatter forskellige former for geofysiske undersøgelser, mekaniske sonderinger, prøveboringer eller gravninger med prøveoptagning, vingeforsøg og pejlinger af frie vandspejl, poretryksmålinger, prøvepumpninger og laboratorieundersøgelser. Laboratorieundersøgelserne omfatter geologisk vurdering og jordartsbeskrivelse, klassifikationsforsøg samt mere specielle forsøg til bestemmelse af styrke, deformationsegenskaber, permeabilitet, geokemiske forhold etc. Projektundersøgelser kan hensigtsmæssigt opdeles i tre faser:

- Placeringsundersøgelser, der typisk vil omfatte enkelte, spredte undersøgelsespunkter (boringer, CPT mv.) med henblik på skitse-mæssigt at belyse funderingsforholdene på en given grund. Samtidig kan det undersøges, om der er forurening på grunden. Hensigten med en sådan undersøgelse vil bl.a. være at udpege områder, hvor byggeriet mest hensigtsmæssigt kan placeres.
- Parameterundersøgelser, der typisk vil være undersøgelser til fastlæggelse af funderingsformen for et konkret projekt. De føres sædvanligvis så vidt, at de kan danne grundlag for et funderingsprojekt. Ved forurening vil der i borerne ofte blive optaget prøver til vurdering af miljøforhold.
- Optimeringsundersøgelser, der sædvanligvis udføres med henblik på en økonomisk optimering af et funderingsprojekt. Projektet kan i denne forbindelse med fordel behandles i geoteknisk kategori 3.

(2) Vedr. omfang af projektundersøgelser henvises til EN 1997-2.

### K.3 Geotekniske kategorier

(1) Konstruktioner i geoteknisk kategori 1 må ikke indebære risiko for beskadigelse af nabobygninger, kloak- og forsyningsledninger, offentlige trafikarealer etc.

(2) Direkte funderede konstruktioner, opfyldninger og gulve kan kun behandles i geoteknisk kategori 1, hvis funderingen sker på faste senglaciale eller ældre aflejringer, der ikke falder ind under undtagelserne nævnt i afsnit K.1.

(3) Følgende er eksempler på konstruktioner eller konstruktionsdele, der kan behandles i geoteknisk kategori 1:

- Let byggeri med maksimal regningsmæssig fundamentlast 250 kN på enkeltfundamenter og 100 kN pr. m sribefundament, hvortil der ikke stilles særlige krav vedrørende sætningsforholdene.
- 0,30 m og 0,40 m tykke jordtrykspåvirkede, in situ-støbte betonkældervægge i feltstørrelse på indtil henholdsvis 10 m<sup>2</sup> og 15 m<sup>2</sup>, hvis væggene kun er understøttet på tværvægge og kældergulv, og henholdsvis 15 m<sup>2</sup> og 20 m<sup>2</sup>, hvis væggene tillige er fastholdt foroven, fx ved dæk. Væggene må ikke indeholde vindues- og dørhuller.
- Støttemure og byggegrubeindfatninger med maksimalt 2 m terrænforskel.
- Opfyldninger med maksimal påfyldningshøjde 3 m.
- Ledninger og dræn med lægningsforhold, der tillader standardudførelse efter de respektive normer.
- Opfyldninger på maksimalt 0,6 m af komprimeret sandfyld under gulve.
- Terrændæk og belægninger med udformning og dimensioner fastlagt efter gængse erfaringsregler uden nærmere beregningsmæssige undersøgelser.
- Afgravninger med anlæg større end 1,5 og med maksimal terrænforskel på 4 m.

(4) Den regningsmæssige fundamentlast i geoteknisk kategori 2 må ikke overstige 5 000 kN på enkeltfundamenter eller 1 000 kN pr. m sribefundament. For direkte funderede konstruktioner må det regningsmæssige fundamenttryk på det effektive areal ikke overstige 1 000 kN/m<sup>2</sup> i geoteknisk kategori 2.

(5) Hvor et projekt eksempelvis ved udgravning, pæleramning eller grundvandssænkning indebærer risiko for beskadigelse af nabobygninger, kloak- og forsyningsledninger, offentlige trafikarealer eller lignende, skal de geotekniske undersøgelser og beregninger vedrørende nabokonstruktionernes forhold mindst svare til geoteknisk kategori 2, men skal i øvrigt afpasses efter disse konstruktioners art, størrelse og fundering.

(6) Hvis der uden forudgående varsel kan ske varige beskadigelser af konstruktioner eller bærende jordlag ved manglende eller svigtende grundvandssæknings- eller drænanlæg, skal konstruktionen behandles i geoteknisk kategori 3.

(7) Fundering på skrivekridt indeholdende kaviteter og på fed ler af tertiær oprindelse skal undersøges og behandles i geoteknisk kategori 3.

(8) I aflejringer, hvor permeabiliteten vokser med dybden, skal udgravninger, der går væsentligt under grundvandsspejlet, behandles i geoteknisk kategori 3.

## K.4 Geotekniske parametre

(1) Ved plan tøjningstilstand kan friktionsvinklen,  $\varphi'_{pl}$ , for sand og grus bestemmes ved at forøge den triaksialt målte friktionsvinkel svarende til  $\varphi'_{pl} = (1 + 0,1 I_D) \varphi'_{tr}$ .

NOTE - Når de analytiske metoder lægges til grund for fastlæggelse af en bæreevne for fundamenter i henhold til DS/EN 1997-1 DK NA, D.2, kan den plane friktionsvinkel anvendes.

(2) Ved aflastning (afgravning og aktivt jordtryk) skal man for sprækket ler og ler med spalteflader regne med  $c' = 0$ . Ved belastning (bæreevne eller passivt tryk) kan fuldt udviklet brud, specielt for normalkonsoliderede aflejringer, være forbundet med så store deformationer, at de tilsvarende styrkeparametre kun lader sig definere ved anvendelse af deformationsafhængige brudkriterier.

NOTE - Bortset fra sprækket ler og ler med spalteflader ved aflastning, kan effektiv kohæsion i jorden tages i regning, når den effektive normalspænding på brudsnittet er positiv.

## Anneks L - informativt

### Pælefundering - Analytisk metode til bæreevnebestemmelse

(1) For en prismatisk eller cylindrisk enkeltpæle med spidsen i kohæsionsjord kan den karakteristiske bæreevne bestemmes ud fra:

$$R_{c;k} = \frac{R_{b;ber} + R_{s;ber}}{\xi} \quad \text{for trykpæle}$$

$$R_{t;k} = \frac{R_{s;ber}}{\xi} \quad \text{for trækpæle}$$

hvor

$$R_{b;ber} = 9 c_u A_b \quad \text{i kohæsionsjord}$$

$$R_{s;ber} = \sum_{i=1}^n m r c_u A_{si} \quad \text{i kohæsionsjord}$$

$$R_{s;ber} = \sum_{i=1}^n N_m q'_m A_{si} \quad \text{i friktionsjord}$$

$A_b$  tværsnitsareal

$A_{si}$  overfladeareal i jordlag  $i$

$$N_m = 0,6 \quad \text{for trykpæle}$$

$$N_m = 0,2 \quad \text{for trækpæle}$$

$$m = \begin{cases} 1,0 & \text{for træ} \\ 1,0 & \text{for beton} \\ 0,7 & \text{for stål} \end{cases}$$

(2) For rammede pæle med spidsen i moræneler med  $c_u > 150 \text{ kN/m}^2$  kan der erfaringsmæssigt regnes med:

$$R_{b;ber} = 18 c_u A_b$$

(3) Regenerationsfaktoren  $r$  vil afhænge af lerets styrke, således at  $r$  falder med stigende styrke. Foretages der ikke en nærmere bestemmelse, kan regenerationsfaktoren for kohæsionsjord sættes til  $r = 0,4$ , når der ikke regnes med større styrker end  $c_u = 500 \text{ kN/m}^2$ . Ved geostatisk beregning af den negative overflademodstand regnes med  $r = 1,0$ .

(4) Ved beregning af en pæls spidsmodstand tages der hensyn til styrken i lagene såvel over som under pælespidsniveau.

- (5) For rammede pæle med spidsen i friktionsjord er den geostatistiske beregning så usikker, at den ikke bør anvendes til endelig bestemmelse af trykbæreevnen.
- (6) For borede, in situ-støbte pæle kan bæreevnen være væsentligt mindre end for tilsvarende rammede pæle. Der må ikke påregnes overflademodstand på mere end 30 % af den tilsvarende rammede pæls overflademodstand eller større regningsmæssig spidsmodstand end 1000 kN/m<sup>2</sup>, medmindre der foreligger anerkendt dokumentation for at tage en større bæreevne i regning.
- (7) Hvis der benyttes rammeformel til at bestemme bæreevnen for trykpåvirkede pæle, skal formelens gyldighed være baseret på enten anerkendt dokumentation eller statiske belastningsforsøg med samme type pæl af tilsvarende længde og tværsnit samt ved lignende jordbundsforhold.
- (8) For pæle med spidsen i friktionsjord kan den karakteristiske brudbæreevne bestemmes ved hjælp af "Den Danske Rammeformel".
- (9) I geoteknisk kategori 1 tillades "Den Danske Rammeformel" anvendt, når pælespidsen er rammet ned under de sætningsgivende lag.
- (10) Den karakteristiske brudbæreevne  $R_{c,k}$  af pæle rammet med faldhammer kan bestemmes på grundlag af "Den Danske Rammeformel":

$$R_{c,k} = R_{dyn,k} = \frac{R_{dyn,m}}{\xi}$$

hvor

$$R_{dyn,m} = \frac{\eta h G}{s + 0,5 s_0}$$

$$s_0 = \sqrt{\frac{2\eta h G L_p}{A_b E}}$$

$$\eta = \eta_0 (1 - \mu \cdot \tan \theta)$$

$\eta$  effektivitetsfaktor

$\eta_0$  effektivitetsfaktor ved lodret mægler

$\mu$  friktionskoefficient mellem hammer og mægler

$\theta$  hældning af mægler

$G$  tyngde af faldhammer

$h$  lodret komponent af faldhøjde

$s$  blivende nedsenkning af pæl pr. slag

$L_p$  pælens længde

$A_b$  pælens tværsnitsareal

$E$  pælens elasticitetsmodul.

Formlen forudsætter, at der for de indgående elasticitetsmoduler anvendes følgende værdier:

Betonpæle	$E = 20 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$
Træpæle	$E = 10 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$
Stålpæle	$E = 210 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$

For pæle kortere end 20 gange sidelængden indsættes middelværdien af den faktiske pælelængde og 20 gange sidelængden i rammeformlen. For træpæle benyttes middeldiameteren ved beregning af arealet  $A_b$ . For stålpæle er  $A_b$  stålets tværsnitsareal.

(11) Undersøgelse i anvendelsesgrænsetilstanden for mindre pælefunderinger kan sædvanligvis indskrænkes til en undersøgelse af den negative overflademodstands indflydelse på sætningerne, forudsat der ikke under pælespidserne findes stærkt sætningsgivende aflejringer. Undersøgelsen kan gennemføres som en vikarierende beregning, idet følgende kriterium skal være opfyldt:

$$F_{c;d} + F_{neg} \leq \frac{R_{b;ber} + R_{s;ber}}{\sqrt{\xi} \gamma_R}$$

$F_{c;d}$	pælens regningsmæssige aksiale tryklast i brudgrænsetilstanden med kvadratroden af partialkoefficienter for lastkombination STR/GEO uden bidrag fra negativ overflademodstand
$F_{neg}$	pælens regningsmæssige negative overflademodstand med partialkoefficient $\gamma_R = 1,0$ og korrelationsfaktor $\xi = 1,0$ bestemt som den mindste værdi af overflademodstanden over undersiden af de sætningsgivende lag eller den sætningsgivende last
$R_{b;ber}, R_{s;ber}$	den del af pælens beregnede bæreevne, der hidrører fra lagene under de sætningsgivende aflejringer
$\xi$	korrelationsfaktor i henhold til anneks A, afsnit A.3.2
$\gamma_R$	partialkoefficient i henhold til anneks A, tabel A.3-2 NA, A.4-1 NA og A.4-2 NA.

(12) Ved geostatisk beregning af negativ overflademodstand bør der anvendes øvre karakteristiske værdier af jordens styrke.