

Stabilitet og sikring av bergskjæringar – 9. juni 2021

Eurokode 7



Hva er Eurokode

- ▶ *Eurokodene er utviklet med tanke på å ivareta konstruksjonssikkerhet og moderne krav til dokumentasjon og kontroll, og er harmonisert med byggeforskrifter og loveverk i de europeiske landene*
- ▶ **NS-EN 1990, Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner**
 - ▶ NS-EN 1991, Eurokode 1: Laster på konstruksjoner
 - ▶ NS-EN 1992, Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner
 - ▶ NS-EN 1993, Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner
 - ▶ NS-EN 1994, Eurokode 4: Prosjektering av samvirkekonstruksjoner av stål og betong
 - ▶ NS-EN 1995, Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner
 - ▶ NS-EN 1996, Eurokode 6: Prosjektering av murkonstruksjoner
- ▶ **NS-EN 1997, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering**
 - ▶ NS-EN 1998, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning
 - ▶ NS-EN 1999, Eurokode 9: Prosjektering av aluminiumskonstruksjoner



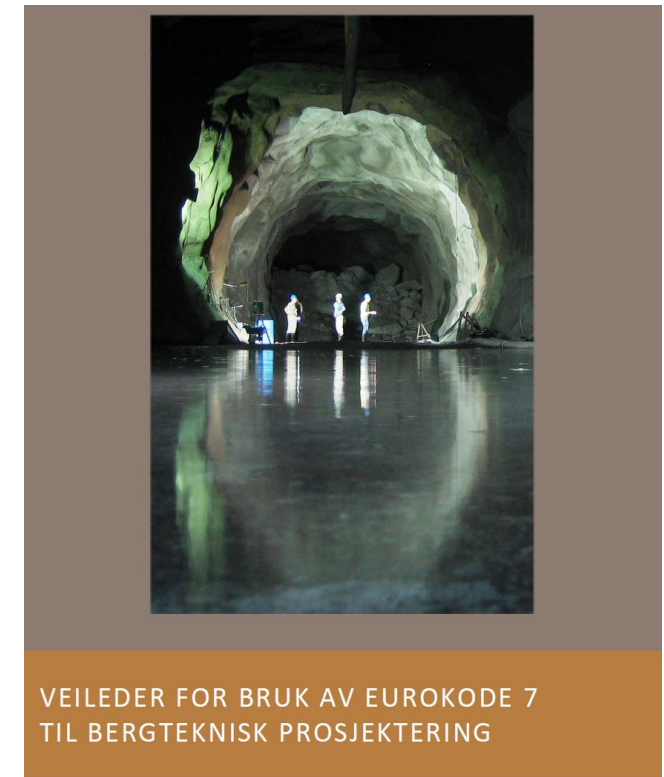
NS-EN 1990, Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner

«Fastsetter prinsipper og krav for konstruksjoners sikkerhet, brukbarhet og bestandighet, beskriver grunnlaget for prosjektering og verifikasjon av konstruksjoner, og gir retningslinjer for relaterte forhold når det gjelder konstruksjonens pålitelighet»

- ▶ Grunnleggende prinsipper og regler
- ▶ Ligger til grunn for de øvrige Eurokodene
- ▶ Alle øvrige eurokoder må brukes sammen med Eurokode "0"

NS-EN 1997, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering

- ▶ Grunnlag for geoteknisk prosjektering
«Beskriver grunnlaget for prosjektering og påvisning av tilstrekkelig sikkerhet og gir retningslinjer for relaterte forhold når det gjelder konstruksjonens pålitelighet»
- ▶ Gjeldende Eurokode 7 ble norsk standard (NS-EN) i 2004
- ▶ Erstatte tidligere NS 3480
- ▶ NBG utarbeidet en veileder til Eurokode 7, utgitt i 2011
- ▶ Gjeldende versjon av EC7 består av 2 deler;
 - ▶ Eurokode 7-1 Allmenne regler. Geoteknisk prosjektering
 - ▶ Eurokode 7-2 Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver



NORSK BERGMEKANIKKGRUPPE

Tilsluttet: Norsk Jord- og Fjellteknisk Forbund
International Society for Rock Mechanics
International Association for Engineering Geology and the Environment



Eurokode 7 – Pågående arbeid med ny revisjon

- ▶ Arbeid med revisjon startet i 2011
- ▶ Ingeniørgeologi skulle være en del av nye EC7
- ▶ Revisjon begrenset til bergarbeider i dagen
- ▶ Arbeider under jord er skjøvet fram
 - ▶ Nedsatt en gruppe som skulle undersøke hvordan undergrunnsanlegg prosjekteres i Europa i dag
 - ▶ Norge var ikke med i denne gruppen, men Sverige og Finland hadde en ingeniørgeolog med
 - ▶ Avsluttet sitt arbeid med rapport i 2018
- ▶ April 2021 foreligger «*final draft*» av revidert Eurokode 7
 - ▶ Består av 3 deler;
 - ▶ 1997-1 Geotechnical design - General rules
 - ▶ 1997-2 Ground properties
 - ▶ 1997-3 Geotechnical structures



Eurokode 7 – hva er «nytt» i Del 1 (og ny del 3)

Gjeldende EC7	Revidert EC7
Del 1: Prosjektering av [alle] bygg- og anleggsarbeider	Del 1: Geotekniske strukturer (som ikke omfattes av Del 3)
2. Grunnlag for prosjektering 3. Geotekniske data 4. Utførelseskontroll 5. Fyllingsarbeider, grunnvannssenking, grunnforbedring og grunnforsterkning 6. Sålefundamentering 7. Pelefundamentering 8. Ankere 9. Støttekonstruksjoner 10. Hydraulisk brudd 11. Områdestabilitet 12. Fyllinger	4. Basis of design 5. Materials 6. Groundwater 7. Geotechnical analysis 8. Ultimate limit states 9. Serviceability limit states 10. Implementation of design during execution and service life 11. Testing 12. Reporting Del 3

5.5 Structural models and load models

(1) Limit states shall be verified using appropriate structural models and load models.

(2) The structural models and load models that are used to verify limit states shall be based on design values for:

- actions;
- material and product properties;
- geometrical properties.

(3) All relevant design situations shall be identified.

(4) The structure shall be verified for all critical load cases in each relevant design situation.

(5) Design values for the basic variables given in (2) should be obtained using the partial factor method, given in Clause 8.

(6) As an alternative to (5), design based on probabilistic methods may be used when specified by the relevant authority or, where not specified, agreed for a specific project by the relevant parties.

NOTE Further guidance on probabilistic methods is given in Annex C.

Revidert Eurokode 0

C.3 Basis for reliability analysis and partial factor design

C.3.1 Overview of reliability verification approaches

(4) The reliability-based approach may be applied to design situations where uncertainties in the representation of loads, load effects, material resistances, and system-effects mean that the reliability-based approach gives a significantly better representation of reality than the partial factor design format.

NOTE Design situations that are not covered by the partial factor design format can include:

- situations where relevant loads or hazard scenarios are not covered by EN 1991;
- the use of building materials or combination of different materials outside the usual application domain, e.g. new materials, behaviour at very high temperatures;
- ground conditions, such as rock, which are strongly affected by discontinuities and other geometrical phenomena.

Revidert Eurokode 7 – Del 1

- Revidert EC7 åpner for «*other reliability-based methods*»

0.2 Introduction to Eurocode 7

Eurocode 7 is intended to be used in conjunction with EN 1990 (all parts), which establishes principles and requirements for the safety, serviceability, robustness, and durability of structures, including geotechnical structures, and other construction works.

Eurocode 7 establishes additional principles and requirements for the safety, serviceability, robustness, and durability of geotechnical structures.

Eurocode 7 is intended to be used in conjunction with the other Eurocodes for the design of geotechnical structures, including temporary geotechnical structures.

Design and verification in Eurocode 7 are based on the partial factor method or other reliability-based methods, prescriptive rules, testing, or the observational method.

Revidert Eurokode 7 – Del 3

4. Slopes, cuttings, and embankments

- 5. Spread foundations
- 6. Piled foundations
- 7. Retaining structures
- 8. Anchors
- 9. Reinforced fill structures

10. Ground reinforcing elements

- 11. Ground improvement
- 12. Groundwater control

Annex A Slopes, cuttings, and embankments

Annex B Spread foundations

Annex C Piled foundations

Annex D Retaining structures

Annex E Anchors

Annex F Reinforced fill structures

Annex G Ground improvement

Revidert Eurokode 7 – Del 3 – Kapittel 4

- ▶ Kapittel 4: Slopes, cuttings, and embankments
 - ▶ Tidligere omfattet av kapittel *11 Områdestabilitet*
 - ▶ Revidert utgave har noe mer utfyllende tekst, og noe mer spesifikt rettet mot bergskjæringer

Revidert Eurokode 7 – Del 3 – Kapittel 4

► Kapittel 4: Slopes, cuttings, and embankments

► Litt mer konkrete bestemmelser om grunnvann

4.4 Groundwater

4.4.1 General

NOTE See EN 1997-1, 6.

(1) >REQ> Measures shall be provided to prevent the adverse effects of potential scour leading to erosion of soil around an earth-structure or internal erosion of soil within or around an earth structure.

(2) <REQ> Groundwater pressure at interfaces and in discontinuities shall be determined.

(3) <REQ> Groundwater flow through interfaces and discontinuities shall be determined

4.4.2 Groundwater control systems

NOTE see 12.

(1) <PER> Groundwater control systems may be provided to ensure the design groundwater and piezometric pressures are not exceeded due to unforeseen circumstances.

NOTE Examples of drainage for cuttings and embankments are given in EN 16907-1.

(2) <RCM> If a groundwater control system is not provided, then the design shall be verified to withstand potential increase of groundwater pressures.

(3) <REQ> It shall be verified that the structure has sufficient safety if the groundwater control system fails.

(4) Where the safety and serviceability of the earth-structure depend on the successful performance of a groundwater control system, one or more of the following measures should be taken:

- inspection and maintenance of the system which should be specified in the Maintenance Plan;
- installing a drainage system that will perform adequately without maintenance; and
- installing a secondary (“backup”) system.

Where the safety and serviceability of the earth-structure depend on the successful performance of a groundwater control system, one or more of the following measures should be taken:

- inspection and maintenance of the system which should be specified in the Maintenance Plan;
- installing a drainage system that will perform adequately without maintenance; and
- installing a secondary (“backup”) system.

Revidert Eurokode 7 – Del 3 – Kapittel 4

- ▶ Kapittel 4: Slopes, cuttings, and embankments
 - ▶ Stabilitet av berg er løftet opp og omtalt mer spesifikt
 - ▶ Referanse til Annex A.4
 - ▶ Rensk trekkes frem som et eget spesifikt sikringstiltak

4.5.2.2 Stability in rock mass

(1) <REQ> When verifying the overall stability, all potential failure mechanisms shall be verified.

[NOTE Calculation models for stability of rock slopes are given in A.4.]

(2) <REQ> The verification of limit states shall also be based on geotechnical mapping and documentation of the rock conditions.

(3) <REQ> The verification of stability of rock mass shall consider, but is not limited to:

- the rock excavation technique and sequence;
- damaging effects of excavation by blasting;
- influence of rock wedges within slopes and cuttings on the local stability;
- effect of possible local instability on the overall stability.

[(4) <REQ> Scaling of rock surfaces shall be specified into the design as a key safety measure.]

Revidert Eurokode 7 – Del 3 – Annex A

Annex A (informative)

Slopes, cuttings, and embankments

A.1 Use of this Informative Annex

- (1) This Informative Annex provides complementary guidance to Clause 4 regarding slopes, cuttings, and embankments.

NOTE National choice on the application of this Informative Annex is given in the National Annex. If the National Annex contains no information on the application of this informative annex, it can be used.

A.4 Calculation models for analysing the stability of rock mass

- (1) <RCM> A calculation method for analysing the stability of rock mass should only be used if it is appropriate for the Ground Model, potential failure surface, and loading conditions.

NOTE Table A.2 provides a non-exhaustive list of calculation models for rock mass based on limiting equilibrium.

- (2) <RCM> When choosing a calculation method for analysing the stability of rock masses, the following should be included in the Geotechnical Design Model, but is not limited to:

- weight density;
- rock layering, weakness zones and discontinuities;
- Interfaces with soil and soil layers on top;
- geometrical properties of weakness zones and discontinuities;
- infill of weakness zones and discontinuities;
- seepage and groundwater pressure distribution;
- types of anticipated failure;
- external actions and their duration and direction;
- use of stabilizing measures; and
- adjacent or intersecting structures;

Revidert Eurokode 7 – Del 3 – Kapittel 10

- ▶ Kapittel 10: Ground reinforcing elements
 - ▶ Omfatter bergsikring (i dagen)
 - ▶ Omfatter ikke bergsikring under jord

10 Ground reinforcing elements

10.1 Scope and field of application

(1) <REQ> This clause shall apply to ground reinforcing elements that provide resistance to prevent a limit state of the geotechnical structure.

NOTE 1 Ground reinforcing element include rock bolts; rock anchors; soil nails; sprayed concrete; wire mesh and facing elements.

NOTE 2 For anchors to retain a structure (vertical or horizontal) fixed into soil or rock 8 applies.

NOTE 3 Other stand-alone nets and safety nets than wire meshes, snow fences or avalanche protections are not covered by this clause.

NOTE 4 Reinforcing elements in underground openings is not covered by this clause.

Revidert Eurokode 7 – Del 3 – Kapittel 10

► Kapittel 10: Ground reinforcing elements

10.2.7 Ground investigation

NOTE See EN 1997-2, 5.

(1) <RCM> The ground investigation should determine potential obstacles for the execution and performance of the ground reinforcement element during the design service life, such as, but not limited to:

- obstruction to drilling;
- the drillability of the ground;
- abrasivity;
- borehole stability;
- potential flow of groundwater in or out of a borehole;
- geometrical properties of discontinuities and weakness zones;
- resistance capacity or lack of it of the resisting ground;
- adhesion at interface surfaces;
- borehole axis deviations; and
- potential loss of grout from the borehole.

Revidert Eurokode 7 – Del 3 – Kapittel 4

► Kapittel 10: Ground reinforcing elements

10.3.5 Steel fibres

- (1) <RCM> Steel fibres in sprayed concrete should comply with EN 14487-1.
- (2) <PER> Fibres of other materials in sprayed concrete may be used.
- (3) <REQ> If other material than steel fibres are used, 10.3.8 shall apply.

10.3.8 Other materials

- (1) <REQ> Materials other than steel, grout, concrete, steel fibres, coatings, shall only be used for reinforcing elements if they comply with a standard specified by the relevant authority or, where not specified, as agreed for a specific project by appropriate parties.

Eurokode 7 – Videre arbeid med revidering av Eurokode 7

- ▶ De neste 2,5 år skal draft gjennomgås av 11 arbeidsgrupper
- ▶ Skal teste revidert EC7 for egnethet mot reelle case
- ▶ Norge deltar med flere geoteknikere i disse arbeidsgruppene
- ▶ **Pr. nå deltar kun 1 ingeniørgeolog!**
- ▶ Viktig at norske ingeniørgeologer nå kjenner sin besøkelsestid...



Eurokode 7 – Arbeidsgrupper

A1 The Editor group

- Editere rettelser i dokumentet

B1 Testing ved unge ingeniører

- Alder < 40 år
- Teste på eksisterende oppgaver som er utført

C1 Guideline for “From derived to design value”

- Retningslinjer for å komme fra «derived» verdier til design verdier

D1 Slopes

- Retaining Structures
- Anchors

A2 The NSB Contact Group

- Kontakt med Standardiseringen
- 1 fra hvert land – Head of delegation
- Bestemme hva som skal tas hensyn til.
- The NSB Contact Group directs the Editor group to put the changes into the Code

B2 Teste eksempler utarbeidet av EGx (Trevor Orr)

- Ingeniører fra SC7 organisasjonen
- Observasjonsmetoden og Prescriptive Measures.

C2 Guideline on assembling the Ground Model

- Retningslinjer for “Ground Model”

D2 Spread foundations, Piled foundations

C3 Guideline on Reliability based methods

- Retningslinjer for pålitlighetsmetoder

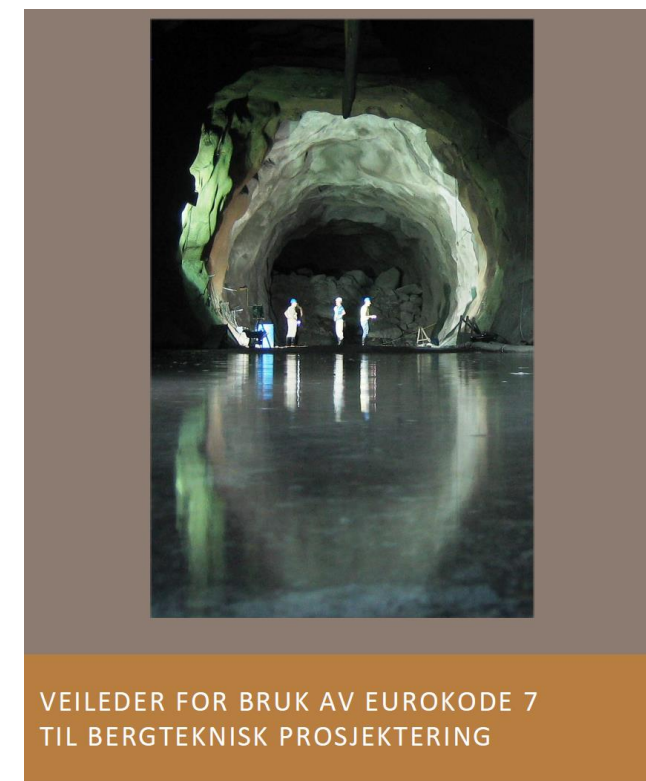
D3 Reinforced ground, Ground Improvement

C4 Guideline on implementation of the design during execution

- Retningslinjer for implementering av prosjektering under utførelse

Eurokode 7 – Videre arbeid med revidering av Eurokode 7

- ▶ Behov for engasjement fra norske ingeniørgeologer:
 - ▶ Deltakelse i de 11 arbeidsgruppene
 - ▶ Varighet på ca. 2,5 år
 - ▶ Dette arbeidet vil kunne ha stor innflytelse på den endelige teksten i standarden
 - ▶ Oppdatert nasjonalt tillegg
 - ▶ Oppstart; om et års tid eller så
 - ▶ Tillegget vil inneholde tekst direkte knyttet til ingeniørgeologi for norske forhold
 - ▶ NBG's veileder til bruk av Eurokode 7
 - ▶ Veileder bør revideres
 - ▶ Vil kunne bli et viktig dokument i forhold til TEK17s generelle henvisning EC
 - ▶ Likeverdig prosjekteringsmetoder - aksept på at forskriften er tilfredsstilt
 - ▶ Eurokode 7 – del 4
 - ▶ Planlegges startet i løpet av et års tid
 - ▶ Omfatter underjordsanlegg



NORSK BERGMEKANIKKGRUPPE

Tilsluttet: Norsk Jord- og Fjellteknisk Forbund
International Society for Rock Mechanics
International Association for Engineering Geology and the Environment





Vår kunnskap bidrar til et mer verdifullt samfunn