

FUTURE PROOF!

FUGRO

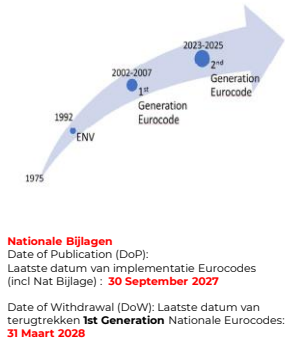
EUROCODE 7 – Waar staan we nu?

Adriaan van Seters
Principal Consultant – Fugro
Chairman – TC250/SC7 – Eurocode 7

KIVI
7 NOVEMBER 2024 | BOUW & INFRA PARK HARDERWIJK

Ontwikkeling Eurocode 7

- 2002 – 2007 – Introductie huidige 1^e Generatie Eurocodes
 - 2011 – 2016 – Evolution Groups – onderwerpen revisie Eurocode 7
 - 2016 – 2021 – 2^e Generatie Eurocode 7 - 6 project teams PT
 - 2021 – 2022 – Wijzigingen PT-draft door TaskGroups
 - 2022 – Formal Enquiry FE (laatste kritiek ronde)
 - 2023 - 2024 – Verwerken FE-commentaar
 - Juni 2024 – Formal Vote Deel 1 en 2 → 100% accepted!
 - Nov 2024 – Formal Vote Deel 3
 - 2026 – kleine Amendments
- Grote Geotechnische Community:
• 200 in Taskgroups (20 uit NLI!)



KIVI
7 NOVEMBER 2024 | BOUW & INFRA PARK HARDERWIJK

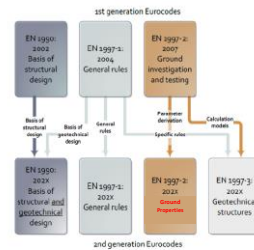
Eurocode 7 – Deel 1, 2 en 3

Oude Eurocode (3 delen):

1. EN 1990 – Basis voor constructief ontwerp
2. EC7 Deel 1 – Geotechnische regels
3. EC7 Deel 2 – Grondproeven en afleiden van parameters

Nieuwe Eurocode (4 delen):

1. EN 1990-1 – Basis of design – ook geotechnisch!
2. EC7 Deel 1 – Algemene regels, veiligheid, representatieve waarden
3. EC7 Deel 2 – Grond eigenschappen en hoe deze af te leiden
4. EC7 Part 3 – Specifieke regels voor geotechnische constructies, rekenmodellen in Annex



Nieuwe ontwikkelingen in EN1997!

Nieuwe concepten:

- Rock engineering overall (Soil + Rock = Ground!, vertaling?)
- Grondwater
- Geotechnische Categorie → combinatie Gevolgklasse CC + Geotechnical Complexity Class (GCC)
- Representatieve waarde - "voorzichtige schatting (cautious estimate)" of statistische benadering
- Nieuwe Focus voor Deel 2 – "Hoe leid ik een grondparameter af?"
- Grond Model en Geotechnisch Ontwerp Model

Nieuwe onderwerpen in Deel 3:

- Paal groepen, paal-plaat-funderingen
- Gewapende grond (Reinforced fill)
- Grond vernageling, Rock bolts
- Grond verbetering: stone columns, grouting, rigid inclusions
- Maatregelen voor grondwater controle

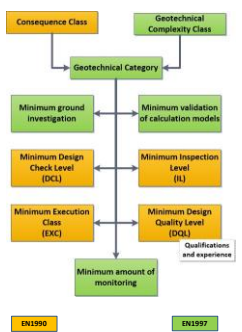
KIVI
7 NOVEMBER 2024 | BOUW & INFRA PARK HARDERWIJK

KIVI
7 NOVEMBER 2024 | BOUW & INFRA PARK HARDERWIJK

Geotechnische Categorien EC7-1

Geotechnical Categorien =
 Gevolg klasse CC x
 Geotechnical Complexity Class GCC → Annex C

Consequence Class (CC)	Geotechnical Complexity Class (GCC)		
	Lower (GCC1)	Normal (GCC2)	Higher (GCC3)
High (CC3)			
Medium (CC2)			
Low (CC1)			



Minimum grondonderzoek – EN 1997-2

- Annex H (informative) Spacing and number of investigation locations
- Table H.1 (NDP) – Maximum spacing and minimum number of investigation locations for structures in GC2

		Maximum spacing Xmax	Minimum number Nmin
Low-rise structures		30 m	3
High-rise structures	4-10 storeys	25 m	3-4
	11-20 storeys	20 m	3-5
	> 20 storeys	15 m	3-6
Estate roads, parking areas and pavements		40 m	2
Silos and tanks		15 m	3
Bridges piers and abutments		1 per pier/base	
Power lines		1 per pylon	
Wind turbines		2 per turbine	
Retaining structures		150 m	Project specific
Slopes and cuttings	< 3 m high	100 m	Project specific
	≥ 3 m high	50 m	Project specific
Embankments and reinforced fill structures	< 3 m high	200 m	Project specific
	≥ 3 m high	100 m	Project specific
Excavations in urban areas > 5 m deep from ground surface		25 m	3

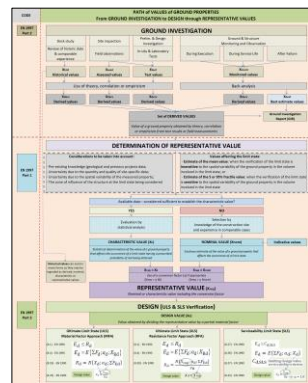


Validatie Grondonderzoeks Rapport – EN 1997-1 Tabel 4.6 [NDP]

Geotechnische Categorie	Maatregelen
GC3	All measures given below for GC2 and GC1 and, in addition: <ul style="list-style-type: none"> determine relevant quality parameters based on the available data; confirm that areas with low confidence in the determined geological, hydrogeological and geotechnical conditions do not have a significant influence on the design and verification of the limit state.
GC2	All measures given below for GC1 and, in addition: <ul style="list-style-type: none"> compare the consistency of boundaries of the geotechnical units from different sources of information, to confirm that the used methods of interpolation have sufficiently captured the variations; compare ground description, classification, and strength index test results to identify inconsistencies; evaluate the performed testing to ensure that the test results are appropriate for the design situation considered, with respect to e.g. loading rate, strain level, stress path and boundary conditions; confirm that, for the design situation considered, the derived values have been appropriately determined and correlations used within their respective limitations; confirm that suitable in-situ techniques and laboratory tests have been used in relation to the design situation, ground property and sample quality class (see FprEN 1997-2:2024, 5.4.5).
GC1	All measures given below: <ul style="list-style-type: none"> if field investigation and laboratory testing is performed, confirm that appropriate testing standards have been used; compare derived values from different sources to identify inconsistencies and anomalies; confirm that anomalies have been identified in the GIR, and confirm that non-relevant information is not included in the GIR.

Representatieve waarde van grond parameter

Nominale waarde X_{nom} = "voorzichtige schatting"
 Karakteristieke waarde X_k = 5 % ondergrens – statistiek
 Statistiek in EN 1997-1 Annex A (Nu in EN 1997!)



Veiligheid EN 1990 – Belastingfactoren voor UGT

Belasting of belastingeffect				Partiële factoren γ_i en γ_{Ri} voor Verification Cases 1 - 4					
Type	Groep	Symbol	Effect	Structural	Statisch evenwicht en opdrijven		Geotechnisch ontwerp		
Permanente Belasting (G _i)	Alle	γ_G	ongunstig/destabiliserend	Fundering staal/palen	Opdrijven - water	Taluds/damwand	damwand	C _g geen factor	
				VC1	VC2(a)	VC2(b)	VC3		VC4
	Water	$\gamma_{G,w}$	stabiliserend	1,35 K _F	1,35 K _F	1,0			
				1,2 K _F	1,2 K _F				
	Water	$\gamma_{G,w,stab}$	gunstig	NVT	1,15	1,0	NVT		
(Alle)	$\gamma_{G,w}$		1,0	1,0		1,0			
Variabele belasting (Q _i)	Alle	γ_Q	ongunstig	1,5 K _F	1,5 K _F		1,3	1,1 (+1,5/1,35)	
	Water	$\gamma_{Q,w}$		1,35 K _F	1,35 K _F		1,15	1,0	
	(Alle)	$\gamma_{Q,w}$	gunstig			0			
Belasting effect (E)	Alle	γ_E	ongunstig	Belasting effect factor wordt niet toegepast				1,35 K _F	
								1,0	

Geen Ontwerp Benaderingen
maar
Verification Cases!

Partiële Materiaal factoren (NDP)

Grond parameter	Symbol	M1	M2
Grond en aanvulling parameters			
Schuifsterkte – effective stress	γ_{cf}	1,0	1,25 K _M
Piek waarde – wrijvingshoek	$\gamma_{\tan\phi,p}$	1,0	1,25 K _M
Peak waarde van cohesie	$\gamma_{c,p}$	1,0	1,25 K _M
Critical state/residual wrijving/cohesie	$\gamma_{\tan\phi,cs}, \gamma_{\tan\phi,r}, \gamma_{c,r}$	1,0	1,1 K _M
Ongedraineerde schuifsterkte - Total stress	γ_{cu}	1,0	1,4 K _M
Rots			
Schuifsterkte/unconfined compressive strength	γ_{ch}, γ_{qu}	1,0	1,4 K _M
Rock discontinuities			
Schuifsterkte - wrijvingshoek	$\gamma_{f,dis}$	1,0	1,25 K _M
Coefficient van residual friction	$\gamma_{\tan\phi,dis,r}$	1,0	1,1 K _M

Factor K_M

CC-class	K _M
CC1	0,9
CC2	1,0
CC3	1,1



UGT voor Numerieke Methoden – Clause 8.2

2 Mogelijkheden:

A Input factoring

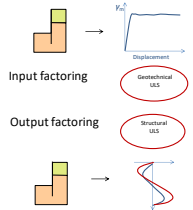
Belasting factoren γ_E van Verification Case 3
Materiaal factoren γ_M van Set M2

EN – Output factoring:

Belasting factoren op effect-of-actions γ_E van Verification Case 4
Materiaal factoren γ_M van Set M1 (= 1,0)
Geen partiële factoren op de weerstand γ_R

B ALLEEN: Output factoring

Belasting factoren op effect-of-actions γ_E van Verification Case 4
Partiële factoren op de weerstand γ_R volgens EN1997-3
Materiaal factoren γ_M van Set M1 (= 1,0)



Grondwater – Nieuwe Clause 6 - EN 1997-1

Grondwaterstanden en grondwaterdrukken

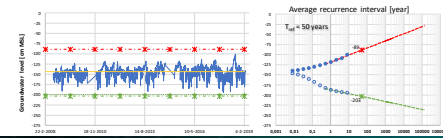
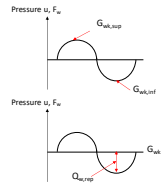
Representatieve value van de grondwater druk $G_{w,rep}$:

- Alternatief 1: boven- en ondergrens $G_{w,k,sup}$ of $G_{w,k,int}$
- Alternatief 2: Permanent gemiddeld $G_{w,k,mean}$ + Variabel $Q_{w,rep}$ (amplitude)

met $Q_{w,rep} = Q_{w,k}, \sqrt{Q_{w,combr}}, Q_{w,freq}$ Or $Q_{w,aper}$

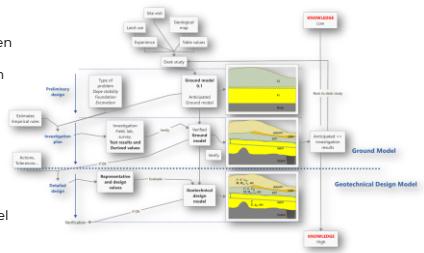
Ontwerp waarde:

- Nominale waarde (natuurlijke begrenzing)
- Offset op de representatieve waarde van de waterdruk of waterstand
- Partiële belastingfactor op de grondwaterdruk (see EN 1990)



Grond model EN 1997-2

- Grond Model:**
- Locatiespecifieke weergave van de geometrie en de eigenschappen van grondlagen en grondwaterregimes op basis van resultaten van grondonderzoek en andere gegevens.
 - Wordt steeds verder aangevuld met nieuw beschikbare informatie
 - Concept: rapport, tekening, BIM-model, etc...



Zie ook: Garin et al, Assembling the Ground model and the derived values, JRC-report, begin 2025.

Paalfunderingen

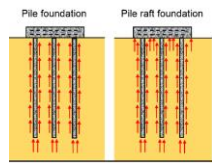
Pile classification system → Partiele factors (identiek voor NL)
 Axiaal belast – enkele paal → Resistance Factoring (RFA)
 Horizontaal belast → Material Factoring (MFA)

- 3 Methoden voor UGT-paaldraagvermogen:
- Ground model methode (Middeling grondparameters over site)
 - Model pile methode (Middeling draagvermogen over site)
 - Pile load test

Model factors (afhankelijk van testen)

Correlatie factors ζ

Pile groups and pile rafts - basisprincipes



Rekenmethoden in (informatieve) Bijlage C:

- Koppejan 4D-8D – drukpalen
- Negatieve kleef
- P-y curves
- Buckling



Damwanden en gewichtsmuren

- Analytische (spring) en continuum modellen
- Maximum actieve en passieve drukken
- Material factoring MFA of:
- Resistance factoring RFA (Effect of actions)
- Observational Method!



Verification of	Partial factor on	Sym bol	Material Factor Approach – both combinations (a) and (b)		Resistance Factor Approach	
			(a)	(b)	(d)	(e)
Overall stability	See Clause 4 - Slopes					
Gravity walls	...					
Bearing/rotational resistance of embedded walls	Actions, Effects of actions	γ_p, γ_E	VC4	VC3	VC1	VC4
Basal heave	Ground properties	γ_M	M1	M2	Not factored	
	Vertical resistance, heave	γ_R	Not factored		1,4	
	Passive earth resistance	γ_{Re}			1,4	

Nu in NL: Materiaalfactoren (M2, VC3) + Karakteristieke waarde (M1) met factor op sneedkrachten (VC4) → ook in nieuwe CROW 166 – Handboek Damwanden

Ontwerpwaarden ankerkrachten – Supporting elements

7.6.7 Supporting elements

In cases where a combined failure of supporting elements and the ground could occur, ground-structure interaction shall be considered allowing for the difference in strength and stiffness of the ground and that of the supporting element.

NOTE Supporting elements include, but are not limited to walls, piles, anchors, props, soil nails, and rock bolts.

(2) It shall be verified that the supporting element can resist the design value of the effect of action E_d from the structure given for Verification Case 1 and 3, by:

$$E_d = \gamma_{Sd} \max\{F_{d,ULS}; \gamma_F F_{rep,SLS}\} \quad (7.18)$$

or, for Verification Case 4, by:

$$E_d = \gamma_{Sd} \max\{\gamma_R F_{rep,ULS}; \gamma_E F_{rep,SLS}\} \quad (7.19)$$

Nu ook in NL: $\gamma_{Sd} = 1,1$ of $1,25$ op ankerkracht

Logischer: E_d is input voor de anker-som

Steeds: vergelijking tussen ULS/UGT en SLS/BGT resultaat

Bestond ook in 1e Generatie in hst 8 – Ankers (F_{serv})

$F_{d,ULS}$ design value of the action that the supporting element shall provide to prevent ULS in the supported structure;

$F_{rep,ULS}$ representative value of the action that the supporting element shall provide to prevent ULS in the supported structure;

$F_{rep,SLS}$ representative value of the action that the supporting element shall provide to prevent SLS in the supported structure;

γ_{Sd} is a model factor accounting for arching behind stiff retaining structures;

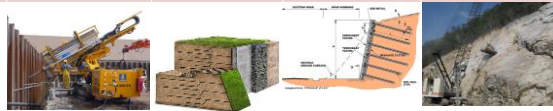
γ_F is a partial factor applied to $F_{rep,SLS}$ in Verification Cases 1 and 3 to convert it to a design value; and

γ_E is a partial factor applied to $F_{rep,SLS}$ and $F_{rep,ULS}$ in Verification Case 4 to convert them to design values.



Ankers, Gewapende grond, grond vernageling, rock bolts

	Ankers	Gewapende grond	Grondvernageling	Rock Bolts
Rekenmethode	Proeven Comparable experience	Tensile resistance Pull-out Sliding tussen grond en element Connectors	Tensile resistance, Pull-out Connectors	Tensile resistance, Interface Prescriptive rules
Proeven	Bezwijkproef Geschiktheidsproef Controleproef	Geen	Bezwijkproef Geschiktheidsproef Controleproef	Bezwijkproef Geschiktheidsproef Controleproef Visuele controle
Test	Elk anker: controleproef	Geen	Beperkt aantal	Beperkt aantal

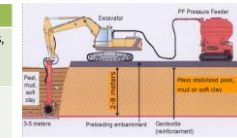


FUNDERINGS DAG

7 NOVEMBER 2024 BOUW & INFRA PARK HARDERWIJK

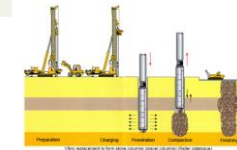
Groundimprovement

Class	A - Diffused	B - Discrete
1	Verdichting, geen druksterkte	Stone columns, geen rigid inclusions
2	Volledig gemengd met kalk of cement, druksterkte	Rigid inclusions, jet grout, prefab



- Diffused methods:
- compaction
 - replacement
 - grouting
 - deep mixing (figure)

- Nadruk op testen:
- Verdichting
 - Sterkte van monsters gemengde grond



- Discrete methods:
- stone/sand columns (fig)
 - jetgrouting
 - deep mixing
 - steel/concrete columns

FUNDERINGS DAG

7 NOVEMBER 2024 BOUW & INFRA PARK HARDERWIJK

Conclusie

- Na 10 jaar: Eurocode 7 – 2e Generatie is (vrijwel) gereed
- Nieuwe begrippen: Grond-model, representatieve waarde, verification case, etc
- Kwaliteitscontrole via Geotechnical categorie → Nationaal in te vullen
- Aandacht voor GRONDWATER
- Nieuwe structures: Paalgroepen, Gewapende/Vernagelde grond, rock bolts, grondverbetering

- Nederlandse praktijk is goed inpasbaar

Nu aan de slag met de Nationale Bijlage!

Verder lezen:

- JRC-Guidelines, opgesteld door SC7, verschijnen in 2024:
- From Derived to Design material properties
- Ground Model
- Reliability-based verification with EN1997
- Implementation of design in Execution phase
- Design examples – 2 delen

Verder kijken:

- Ca 10 Webinars met voorbeelden - SC7, NEN, ISSMGE
- Webinars zijn opgenomen en staan op NEN-Website met link: [Watch our webinars \(nen.nl\)](https://www.nen.nl/webinars)

FUNDERINGS DAG

7 NOVEMBER 2024 BOUW & INFRA PARK HARDERWIJK