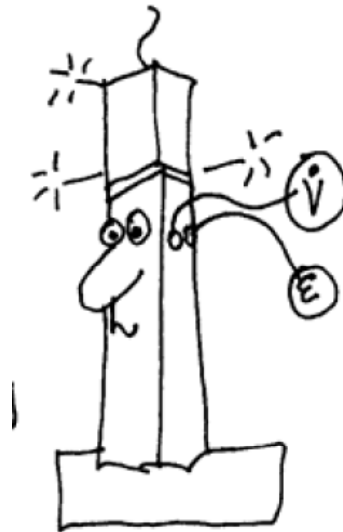


Pålkommisionens Rapport 106

Verifiering av geoteknisk bärförmåga för pålar enligt Eurokod

Praktiska råd och rekommendationer vid
projektering och kontroll

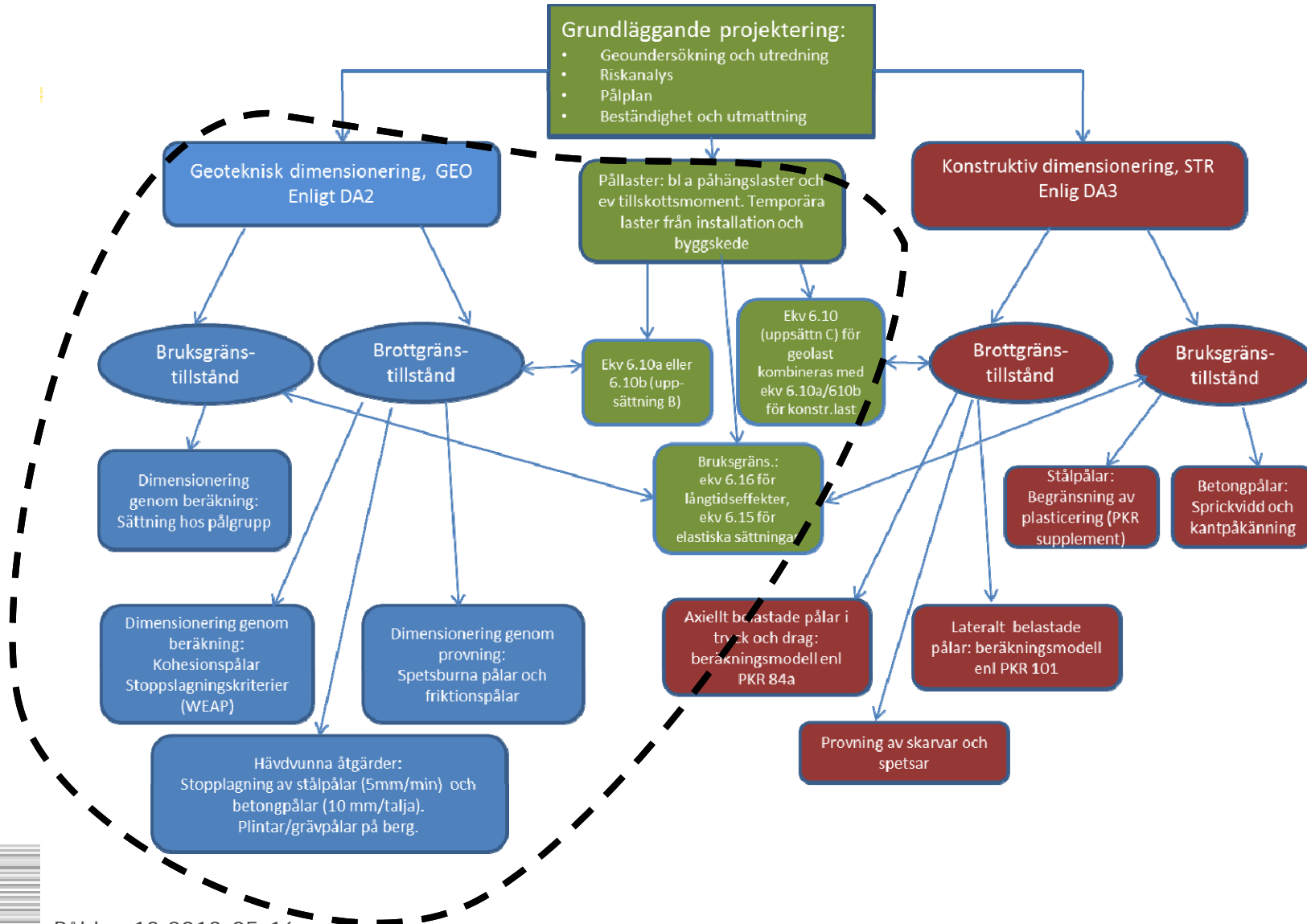
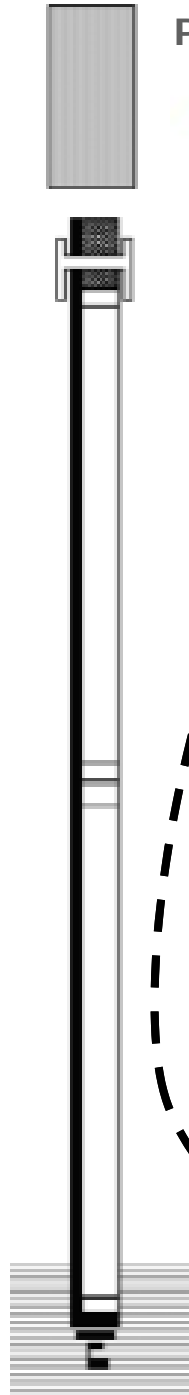


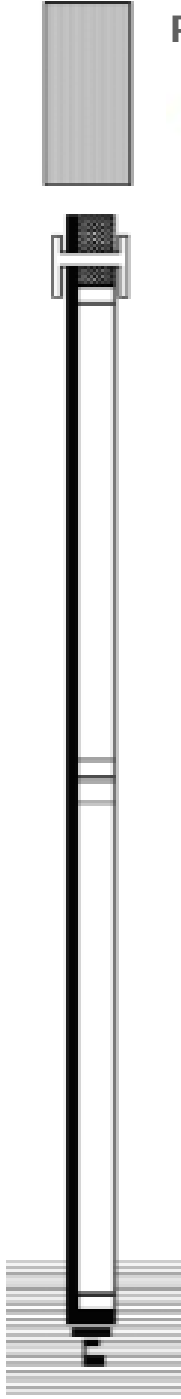


Eurokod innebär förändring för **verifiering av geoteknisk bärförmåga** i varierande omfattning och av olika orsaker.

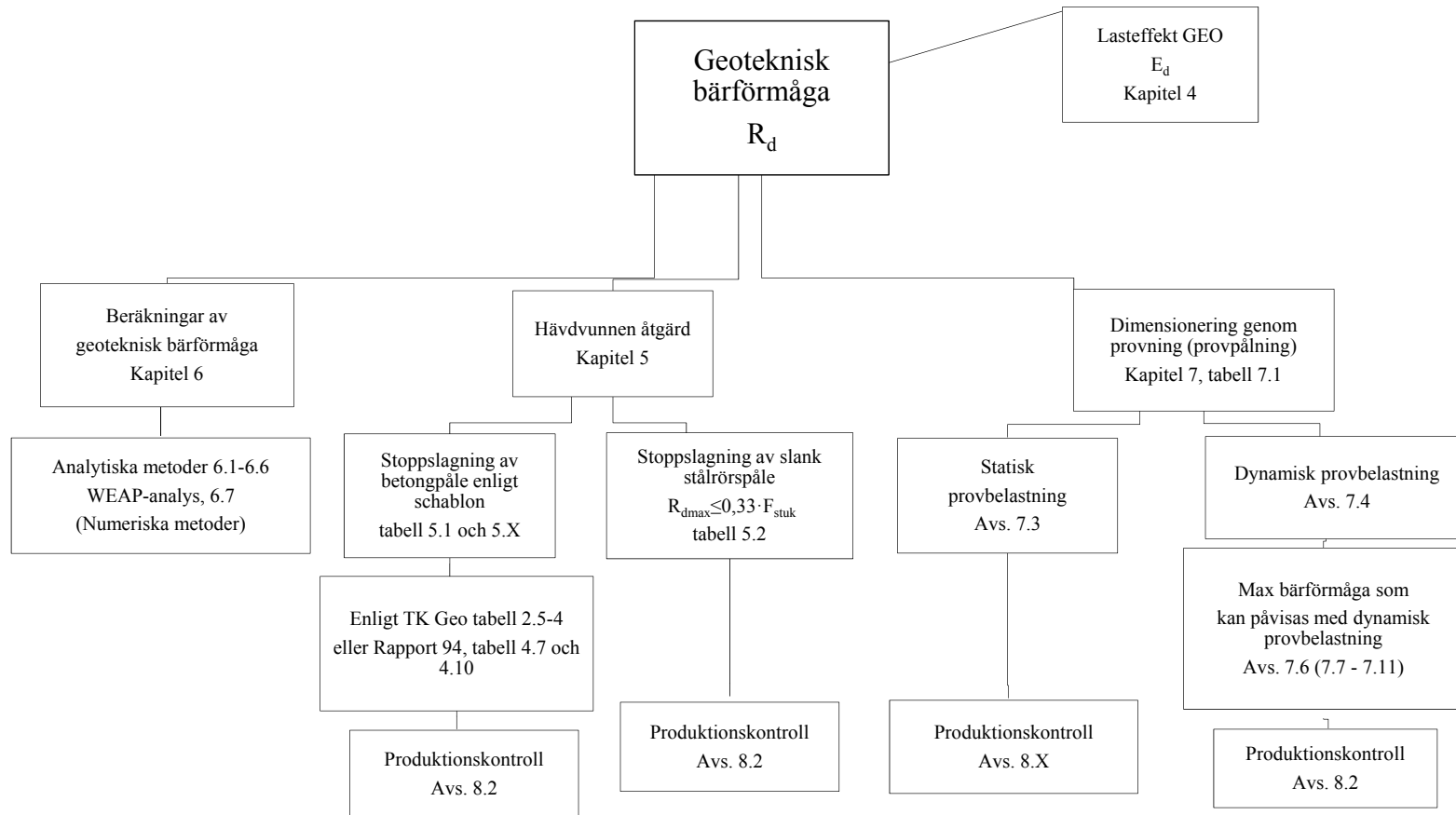
Pålkommisionen vill därför ge ut **praktiska råd och rekommendationer vid projektering och kontroll** av verifiering av geoteknisk bärförmåga.

Branschen får en gemensam plattform med gemensamma spelregler så att arbetsmetoder och kostnader förhoppningsvis kan likställas.



- 
1. Inledning.
 2. Historik
 3. Styrande dokument.
 4. Lasteffekter.
 5. Hävdvunna åtgärder.
 6. Dimensionering genom beräkning.
 7. Dimensionering genom provpålning.
 8. Preliminär bedömning av bärförmåga
 9. Produktionskontroll.
 10. Utförande av provning.
 11. Redovisning av provning.

Rapporten kan läsas i sin helhet eller i delar. Det finns också en kort historik och ett antal beräkningsexempel i appendix.



Ett försök att enkelt visualisera rapportens delar.

Lasteffekter

Primärt en fråga för konstruktören av den ovanliggande konstruktionen, som ska bäras upp av pålarna.

Lasteffekter i GEO (geoteknisk bärförmåga), DA2

Lasteffekter i STR (strukturell bärförmåga), DA3

Lasteffekterna kan skilja sig åt om det finns geotekniska laster (pånhängslast, sidolast av jordtryck) och/eller om säkerhetsklassen skiljer sig åt. I GEO gäller nästan uteslutande Sk2.

I rapporten visas ett rekommenderat sätt att beräkna laster i ett fall med påhängslast (både i GEO och STR) i både ULS och SLS.

Hävdvunna åtgärder

Stoppslagningsregler med frifallshejare enligt:

- TK Geo tabell 2.5-4, betongpålar
- PK Rapport 94, tabell 4.7 och 4.10 (Sk1), betongpålar
- Tabell för stålrörspålar 140x8, 140x10, 170x10 och 220x12,5

Dimensionering genom beräkning

Kapitlet behandlar:

- Kohesionspålar
- Friktionspålar
- Slagningsmodellering (WEAP-analys)

Kapitlet behandlar översiktligt:

- Stålkärnepålar
- Injekterade pålar
- Dragna pålar
- Spetsmotstånd på berg och morän
- Numeriska metoder

Dimensionering genom provpålning

Korrelationskoefficienter, ξ för bestämning av karakteristisk geoteknisk bärförmåga hos pålar baserat på resultat från dynamisk provbelastning^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 8} (n – antal provade pålar)

ξ för $n =$	3^7	4	≥ 5	≥ 10	≥ 15	≥ 20	≥ 40	Samtliga pålar
ξ_5	1,60	1,55	1,50	1,45	1,42	1,40	1,35	1,30
ξ_6	1,50	1,45	1,35	1,30	1,25	1,25	1,25	1,25

1 I tabellen givna ξ -värden gäller för dynamisk provbelastning utvärderad med CASEmetoden.

2 I tabellen givna ξ -värden multipliceras med modellfaktorn 0,85 när signalmatchning av stötvågorna utförs eller då permanent sjunkning ≤ 2 mm per mätslag samt utvärderad spetsfjädring $< D/60$ för spetsburna pålar.

3 Om grundläggningen består av olika påltyper behandlas var typ för sig vid val av antal provpålar, n .

4 Vid utvärdering av bärförmåga vid drag från signalmatchning får maximalt 70 % av mantelns bärförmåga utnyttjas. Modellfaktorn för bärförmåga vid drag ska när värderingen baseras på signalmatchning väljas lika med 1,3.

5 Signalmatchning ska alltid utföras för huvudsakligen mantelburna pålar.

6 Påslagningsformler får inte kombineras med dessa korrelationskoefficienter.

7 Tillämpbar endast vid enhetliga geotekniska förhållanden och med ett avstånd mellan pålar inom kontrollobjektet på maximalt 25 meter. Med kontrollobjekt avses en grupp av pålar med enhetligt installations- och verkningssätt i en enhetlig jordvolym.

8 Vid järnvägstillämpningar får, i de fall bärförmågan inte bestäms av lokalt värde på materialegenskapen och byggnadsverket har tillräcklig styvhet och hållfasthet för att överföra laster från svaga till starka pålar, korrelationskoefficienterna ξ_5 och ξ_6 divideras med 1,1.

Preliminär bedömning av bärförmåga

	Maximal bärförmåga med hänsyn till överbelastning av pålmaterial vid slagning ⁵	Omfattning verifiering av bärförmåga
NIVÅ 1: Hävdvunna åtgärder eller beräkning (WEAP)	$R_{d,max} = 0,33 \times F_{stuk}$ för stålörspålar. För standard betongpålar (SP1-SP3) enligt tidigare stoppslagningstabeller i PKR 94 ⁵ eller enligt TK Geo 11	Stoppsslagning av samtliga pålar enligt schablon ⁷ eller efter resultat från WEAP-analys
NIVÅ 2: Provpålning	$R_{d,max} = 0,45 \times F_{stuk}$ för stålpålar. $R_{d,max} = 0,35 \times F_{stuk}$ för betongpålar.	Provpålning med minst 3 st representativa mätpålar inom ett kontrollobjekt motsvarande ett område med en yta på max 25x25 m.
NIVÅ 3: Provpålning Produktionskontroll +	$R_{d,max} = 0,55 \times F_{stuk}$ för stålpålar. $R_{d,max} = 0,45 \times F_{stuk}$ för betongpålar.	Provpålning enligt ovan samt minst 10 % produktionskontroll ⁸ För lämplig omfattning på produktionskontroll, se kapitel 7

Preliminär bedömning av bärförmåga

$$R_{d,max} = \frac{F_{stuk} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{\gamma_{tot}}$$

$$\gamma_{tot} = \gamma_t \cdot \gamma_{Rd} \cdot \xi_5$$

Tabell 2.
Rekommenderade maxvärden på k_1

Typ av situation	k_1 stål	k_1 betong
Pålar nedborrade i berg, liten mantelfriktion	0,9	-
Pålar stoppslagna på berg, liten mantelfriktion	0,85	0,8
Pålar stoppslagna i fast morän, liten mantelfriktion	0,75	0,70

Tabell 3.
Förslag på reduktionsvärden för k_1 -värden.

Typ av situation	Reduktion av k_1
Spetsburna pålar, > 20 m, måttlig-stort mantelmotstånd	0,1-0,2
Pålar stoppslagna i mäktigt lager morän eller i en siltig/finsandig morän	0,1-0,2
Pålar som stoppslås med accelererande hejare	0,15

Produktionskontroll

Situationer där produktionskontroll med provbelastning rekommenderas:

1. Små förändringar av påldimension
2. Vid falska pålstopp
3. Lokalt släntberg
4. Blockig jord
5. Kraftigt varierande geotekniska förutsättningar
6. Hävning och förlorad spetsbärförmåga
7. Pålgruppseffekter
8. Vid utnyttjande av en hög geoteknisk bärförmåga
9. Vid byte av installationsutrustning
10. In-situ tillverkade pålar
11. Kontroll av spänningar under neddrivning och stoppslagning
12. Högt utnyttjandegrad eller osäkerhet i pålens funktion

Produktionskontroll

Forts.

Kontroll-situation	Andel, %	Minsta avstånd	Antal pålar	Specificerade pålar
1			≥3 st	
2	10 - 25	10-20 m		
3	10 - 25			
4	10 - 25			
5		<5-15 m		
6	5 - 10		Minst en per pålgrupp	t.ex. den först slagna pålen i gruppen
7	5 - 10		Minst en per pålgrupp,	t.ex. den först slagna pålen i gruppen
8	5 - 10			Högt belastade pålar
9			≥3 st	
10	10 - 25			
11	5 - 10			
12	10 - 20			Pålar i nivå 3

Nya rekommenderade modellfaktorer

- Ingjutna stålkärnepålar, wave-up metoden = 0,85
- Pålar inborrade i berg = 0,8
- WEAP-analys för pålar på berg, liten sjunkning = 1,1

Arbetet har bedrivits av en **arbetsgrupp** bestående av;

Bo Berggren, Berggren Tech (ordf.)

Ingemar Hermansson, Påanalyt

Peter Alheid, Hercules Grundläggning

Fredrik Sarvell, Ruukki

Bo Berglars, PiD

Gary Axelsson, ELU

Till arbetet har funnits kopplat en **referensgrupp** bestående av;

Gunnar Holmberg, Skanska

Johan Lindgren, Nilsson & Lindgren

Karin Larsson, SGI

Hans Gullström, Pålplintar

Per-Evert Bengtsson, SGI

Kurt Palmkvist, Trafikverket

Lovisa Moritz, Trafikverket