

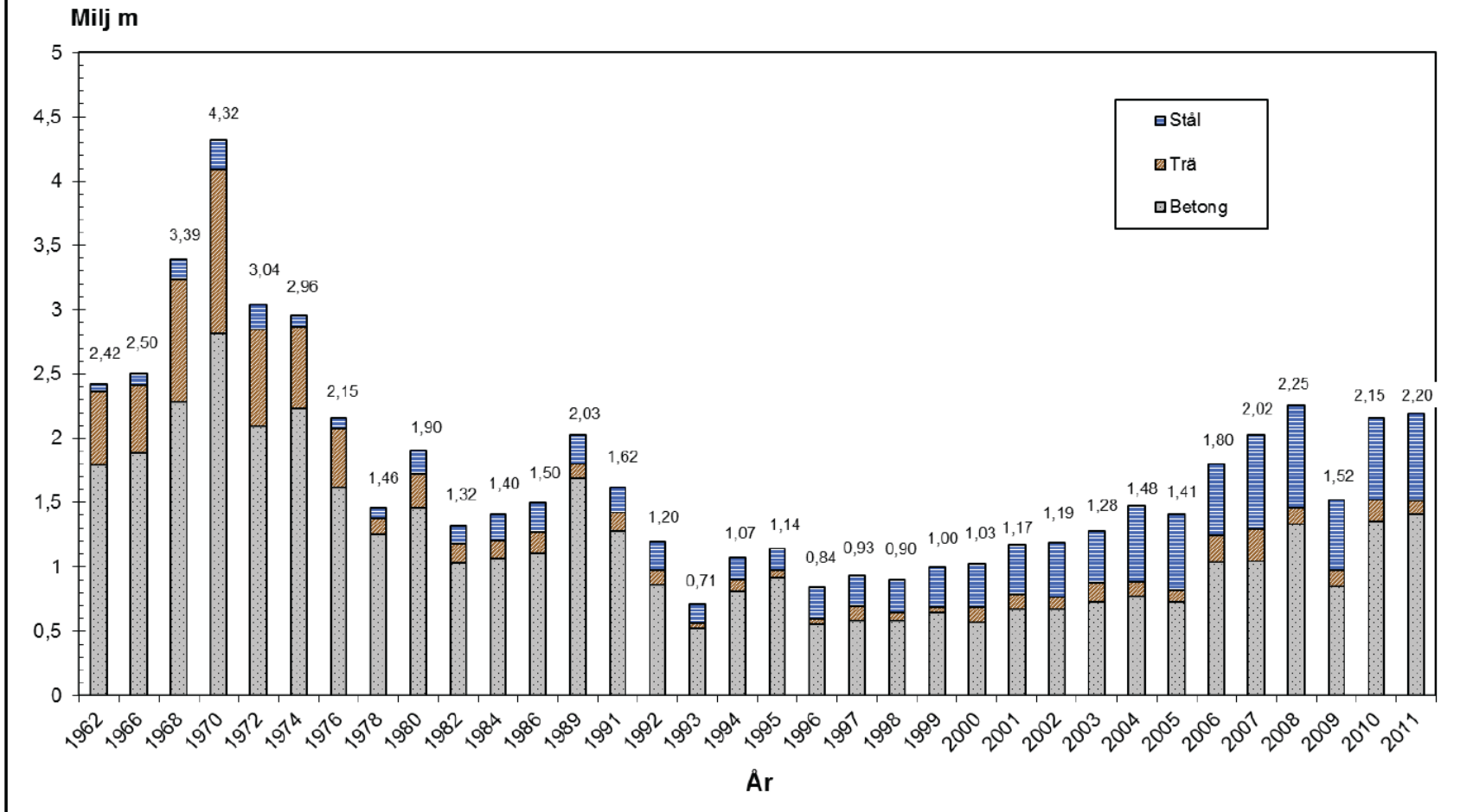
Pålning i Sverige

Thomas Bjerendal
Pålanalys



Statistik

Mängd installerade pÅlar fördelat på olika material



Påltyper (betong)

- ▶ 235mm x 235mm (SP1) \approx 35 %
 - ▶ 270mm x 270mm (SP2/SP3) \approx 55 %
 - ▶ 350mm x 350mm
 - ▶ 400mm x 400mm
 - ▶ 200mm x 200mm ("SP0")
- ▶ Finns ingen "fristående" betongpåletillverkare som inte också är entreprenör och slår pålar.

Slagningsutrustning / hejare

- ▶ Junttan 4 – 5 ton (vanligast)
- ▶ Banut 4 – 6 ton
- ▶ PVE 3 – 5 ton
- ▶ Liebherr 4 – 5 ton

Totalt ca 50 pålkranar för installation av betongpålar, uppdelat på 4 stora entreprenörer samt några mindre.

Lite tyngre hejare hade ibland varit önskvärt vid tung drivning av pålar med grövre dimensioner.



Tillåtna laster för SP1 och SP2

Brottgränstillstånd

Tabell 2.5-4. Dimensionerande geoteknisk bärförmåga R_d (kN), för förtillverkade betongpålar, installerade med frifallshejare.

Tabell
framtagen
med Weap
analys.
Vid slagning
till 10mm
/10 slag

Hejare	Fallhöjd (m)	Pålens tvärsnittsarea (m ²)	
		235x235mm	270x270mm
3 ton	0,3	480	550
	0,4	575	660
	0,5	655	740
4 ton	0,3	540	640
	0,4	645	755
	0,5	720 815	850 1010
5 ton	0,3	590	680
	0,4	690	825

Maximal last, vid PDA-mätning


1050

1550

25x25: 1190

30x30: 1840


PDA-mätning i Sverige

- ▶ Alla entreprenörer som slår betongpålar använder sig av PDA-mätning.
 - ▶ Ingen entreprenör utför (numera) mätning själva.
 - ▶ Vanligt att entreprenören själv äger PDA-utrustning.
 - ▶ Idag finns cirka 25 PDA-utrustningar i Sverige. En stor majoritet av dem avsedda för distansmätning.
- 

PDA / CAPWAP

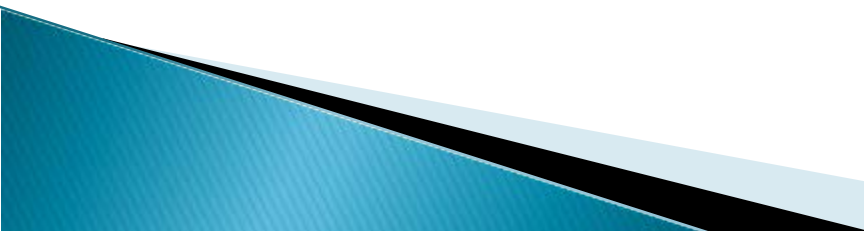
- ▶ Test med PDA utförs på 70–80 % av projekten.
- ▶ Normalt testas 5–10 % av pålarna per projekt.
- ▶ Utökad PDA-test vid friktionspålning med provpålning
- ▶ Ibland instrumenteras pålar under drivningen.
- ▶ CAPWAP utförs inte på samtliga projekt då det är mycket spetsburna pålar. Görs framförallt vid behov av att utvärdera mantelmotstånd för draglast (totalsäkerhet ≈ 4) eller negativ mantelfriktion.
- ▶ Integritetsmätning (PIT) utförs ibland. Ofta svårtolkade resultat. PDA är att föredra om det är möjligt att genomföra.

Distansmätning (remote test)

- ▶ Har ökat stort sedan slutet 90-tal.
 - ▶ Stor majoritet av alla projekt testas idag på distans.
 - ▶ Senaste PDA-utrustningarna fjärrstyrs helt av mätkonsult – kräver minimal arbetsinsats av pålningspersonal.
 - ▶ Med trådlösa givare blir även placering av PDA-utrustning väldigt fri.
- 

Distansmätning – Erfarenheter

Mätkonsult:

- + Sparar mycket tid. Bilåkande inte så produktivt.
 - + Kan göra flera projekt på samma dag.
 - + Kan påbörja vidare analyser eller rapport så fort mätningen är klar.
 - Sämre överblick över projektet.
 - Vid problem tar felsökning längre tid.
- 

Distansmätning – Erfarenheter

Entreprenör:

- + Flexibelt att göra mätningar när det passar i produktionen – Lättare att planera om t ex vid maskinhaveri.
- + Tveksamma pålar kan testas direkt.
- + Lägre kostnad.
- + Resultaten snabbare.

- Kräver lite mer engagemang av pålningspersonal.
- Varje påle tar marginellt längre tid att testa.

Normer/Regelverk

Styrande dokument för geoteknisk bärförmåga

Eurokoder:

- ▶ SS-EN 1990
- ▶ SS-EN 1991-1-1
- ▶ SS-EN 1997-1

Nationella anpassningar

- ▶ BFS 2011:10
- ▶ VVFS 2004:43
- ▶ TRVFS 2011:12

Utförandestandarder:

- ▶ SS-EN 14199:2005
- ▶ SS-EN 12699:2000
- ▶ SS-EN 1536:1999

Tekniska beskrivningar

- ▶ TK Geo 11, Publ 2011:047
- ▶ AMA Anläggning 10

Regelverk för PDA-mätning

- ▶ Gamla regelverk
Baserade antal PDA-tester på en procentsats (5–25%) av totala antalet pålar.
- ▶ Nya regelverk – EC7 (svensk anpassning)
Baserar antal PDA-tester efter områdets storlek (min 3 st PDA-tester per kontrollområde = 25x25m). Innebär vanligtvis 5–10% av totala antalet pålar.
- ▶ EC7 => generellt högre dimensionerande laster för betongpålar.

Eurokod 7 (SS-EN 1997-1)

- ▶ Trafikverket: TRVFS 2011:12
- ▶ Boverket: BFS 2011:10 – EKS 8
- ▶ Kommande: Ny rapport från Pålskommissionen
- ▶ Trafikverket ger något lägre säkerhetsfaktorer samt ytterligare reduktion vid styva bottenplattor.
- ▶ $R_d = \frac{R_k}{\gamma_t}$
- ▶ $R_k = \min\left(\frac{R_{medel}}{\xi_5}; \frac{R_{min}}{\xi_6}\right)$
- ▶ Modelfaktor tillkommer under vissa omständigheter

Säkerhetsfaktorer enligt EC7

Antal prov	3	4	5	10	20
ξ_5	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_6	1,50	1,45	1,35	1,30	1,25

$\gamma_R = 1,3$ ← Enligt Boverket. $\gamma_R = 1,2$ enligt Trafikverket

$\xi_5 \times \gamma_R$	2,08	2,02	1,95	1,89	1,82
$\xi_6 \times \gamma_R$	1,95	1,89	1,76	1,69	1,63

Sjunkning $\leq 2\text{mm}$ alternativt Capwap \Rightarrow Modellfaktor = 0,85

$\xi_5 \times \gamma_R \times 0,85$	1,77	1,71	1,66	1,60	1,55
$\xi_6 \times \gamma_R \times 0,85$	1,66	1,60	1,49	1,44	1,38

Totalsäkerhetsfaktor för medelvärde av uppmätt bärförmåga, vid slagning mot berg eller då man gör Capwap-analys.

Jämförelse Boverk/Trafikverk

Antal prov	3	4	5	10	20
ξ_5	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_6	1,50	1,45	1,35	1,30	1,25

Boverket (berg/capwap)

$\xi_5 \times \gamma_R \times 0,85$	1,77	1,71	1,66	1,60	1,55
$\xi_6 \times \gamma_R \times 0,85$	1,66	1,60	1,49	1,44	1,38

Trafikverket "Best scenario" = (berg/capwap) samt styv bottenplatta

$\xi_5 \times \gamma_R \times 0,85$	1,48	1,44	1,39	1,34	1,30
$\xi_6 \times \gamma_R \times 0,85$	1,39	1,34	1,25	1,21	1,20

Kiitos



Solna arenastad:

- Friends arena
- Mall of Scandinavia
- Hotell
- Infrastruktur
- Ca 20 000 pÅlar
- Ca 1 600 PDA-tester

